

Gonçalo André Canha de Castro

**Gestão, em ambiente Web, da
microgeração de energia pessoal
numa dimensão social escalável.**

Lisboa

2010



Universidade Nova de Lisboa

Faculdade de Ciências e Tecnologia

Departamento de Engenharia Electrotécnica

**Gestão, em ambiente Web, da microgeração de energia pessoal numa
dimensão social escalável.**

Por

Gonçalo André Canha de Castro

Dissertação apresentada na Faculdade de Ciências
e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa para a obtenção
do Grau de Mestre em Engenharia Electrotécnica e de Computadores.

Orientador: Professor Doutor Celson Pantoja Lima

Lisboa

2010

Agradecimentos

Aos meus pais, Teresa Maria e José Alcindo, porque sem a sua orientação desde a nascença não teria a educação nem a ambição que me permitiram chegar ao ponto em que me encontro.

À minha companheira Ana, que me ensinou a crescer e a ser mais assertivo, características determinantes para a realização e conclusão do curso que, esperamos ambos, seja um bom instrumento de valorização pessoal e profissional.

Aos pais da Ana, Gabriela e Valdemar, pelo grande apoio que sempre me prestaram.

Aos restantes membros da minha família que sempre me incentivaram a prosseguir até a esta meta académica que me lança no mundo do trabalho.

Ao Professor Doutor Celson Lima que conheci tarde no curso da minha aprendizagem, mas ainda a tempo de com ele adquirir conhecimentos aprofundados na área do meu Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores, para além de aprender também métodos eficazes de organização, pesquisa e implementação de ideias, atributos determinantes para uma evolução positiva na vida profissional.

Aos restantes professores do meu curso, pelo profissionalismo e capacidade de transmitir os conhecimentos que me têm enriquecido.

A todos os meus amigos e companheiros, que estiveram sempre a meu lado na caminhada para esta etapa.

Sumário

Sem energia eléctrica, não seriam possíveis os avanços que se verificam nas diversas áreas que constituem o habitat da raça humana, como sejam a agricultura, a indústria e os serviços. No entanto, há que reconhecer que o maior volume de energia eléctrica deriva actualmente de fontes cuja utilização provoca um impacto ambiental negativo. Uma possível solução para contornar esta situação é a produção de energia a partir de fontes renováveis, o que vai acontecendo de modo crescente mas, apesar do desenvolvimento verificado, o seu contributo ainda não é suficiente para satisfazer a procura de energia eléctrica.

A necessidade de aumentar a produção de energia a partir de fontes renováveis tem levado à procura da diversificação desse tipo de fontes. Neste contexto, têm-se verificado esforços no sentido de explorar uma nova fonte renovável, com um potencial a explorar: *as pessoas*, que têm capacidade de produzir energia, embora em escala ainda reduzida. Com base nesta possibilidade, considera-se já viável a produção resultante de uma rede de pessoas agrupadas em pólos de produção, onde cada uma contribui com uma parcela energética, cujo total atingirá, com certeza, um volume considerável.

Tendo em conta esta característica de produção descentralizada de uma rede desta natureza, torna-se necessário um sistema de controlo da energia envolvida. O presente trabalho visa a criação de um sistema informático acessível pela internet, cujo principal objectivo é contabilizar e controlar os dados envolvidos nas transferências de energia. Para além disso, pretende-se também dinamizar a produção de energia numa dimensão escalável, desde o indivíduo até agrupamentos sociais, como prédios, bairros, freguesias e assim sucessivamente. Através deste sistema poderão realizar-se transferências de energia de diferentes naturezas como vendas/compras ou pedidos/doações de energia.

A implementação de uma rede social é também um aspecto importante para a promoção das energias renováveis visto que, quantas mais pessoas conhecerem as suas vantagens, maior é a possibilidade de adesão à microgeração.

Abstract

Without electric energy, the advancements verified in the diverse areas that constitute the habitat of the human race, be they agriculture, industry and services would not be possible. Nevertheless, we have to recognize that the greatest volume of electric energy derives from sources whose utilization provokes a negative environmental impact. A possible solution to overcome this situation is the production of energy from renewable sources, which although happening in a growing way and in spite of its development, does not sufficiently contribute to satisfy the demand for electric energy.

The need for increasing the production of energy from renewable sources has lead to the diversification of those kinds of sources. In this context, there have been efforts in the sense of exploring a new renewable source: *the people*, which have capacity of produce energy, although in a still limited scale. On the basis of this possibility, it is already considered viable the production of a network of people grouped in poles of production, where each one contributes with an energy installment, whose total will reach, with certainty, a considerable volume.

Having into consideration this characteristic of decentralized production of a network of this nature, a system to control the energy involved becomes necessary. The present work aims at the creation of a data processing system accessible by the internet, whose main objective is going to account and control the facts involved in the exchanges of energy. In addition to that, it intends also to promote the production of energy in a scalable dimension, from the individual to social groups, such as buildings, neighborhoods, and so on. Through this system it will be possible to carry out exchanges of energy of different natures such as sales/buys or requests/donations of energy.

The implementation of a social network is also an important aspect for the promotion of the renewable energies since the more people are familiar with its advantages, the bigger the possibility of adhesion to the microgeneration.

Palavras Anglo-Saxónicas

- Input: Entrada.
- Wireless: Protocolo de comunicação sem fios.
- Stand-By: Em espera.
- Sharing Energy System: Sistema de partilha de energia.
- E-Mail: Correio electrónico.
- Password: Palavra-chave.
- Web: World Wide Web. Serviço da internet.
- Browser: Aplicação computacional para “Navegar” pela internet

Na interface de implementação do presente trabalho aparecem, por vezes, as seguintes palavras ou expressões:

- Login: Iniciar sessão.
- Visit World: Visitar mundo.
- Sell: Vender.
- New Value: Novo valor
- Negotiate: Negociar
- Readings: Leituras
- Finish: Terminar.
- Request: Solicitar ou Pedir.
- Manage: Gerir.
- New Event: Novo evento.
- Subscribe: Inscrever.

Índice de Matérias

1. Introdução	1
1.1. Enquadramento / Problema.....	1
1.2. Visão	4
1.3. Objectivo	7
1.4. Contexto de Desenvolvimento.....	7
1.5. Estrutura do Documento.....	8
2. Situação Actual da Microgeração	9
2.1. Microgeração.....	9
2.1.1. Conceitos.....	9
2.1.2. Tipos de Microgeradores	10
2.1.3. O Cenário Português	20
2.2. Sistemas Informáticos	23
2.2.1. Apoio à Microgeração	23
2.2.2. Monitorização dos Consumos Eléctricos	28
2.3. Redes Sociais.....	31
2.4. Análise dos temas abordados	34
3. <i>Sharing Energy System</i>	37
3.1. Conceitos Gerais	37
3.2. Diagramas de Caso de Uso	41
3.2.1. Casos de Uso para o Utilizador	42

3.2.2.	Casos de Uso para o Consumidor.....	43
3.2.3.	Casos de Uso para o Gerador.....	45
3.2.4.	Casos de Uso para o Distribuidor.....	46
3.2.5.	Casos de Uso para o Administrador.....	48
3.3.	Arquitetura Conceptual.....	49
4.	Implementação do SharEnergy.....	53
4.1.	Tecnologia	53
4.2.	Metodologia	54
4.3.	Infra-estrutura do <i>SharEnergy</i>	55
4.3.1.	Diagrama de Classes	56
4.3.2.	Diagramas de Sequência	58
4.3.3.	Diagrama de Entidade-Relação	63
4.4.	Cenários de Validação do SharEnergy	68
4.4.1.	Venda de Energia.....	68
4.4.2.	Monitorização Energética	71
4.4.3.	Pedir Energia.....	73
4.4.4.	Doação de Energia.....	73
4.4.5.	Criação de um Evento	74
4.4.6.	Microgeração Escalável	76
5.	Conclusão	77
5.1.	Contribuições do Trabalho Desenvolvido.....	79
5.2.	Perspectivas Futuras	80

Referências	83
Anexo A – Diagrama de Classes.....	93
Anexo B – Detalhes das Classes	95
Anexo C – Diagramas de Sequência.....	99
Anexo D – Diagrama de Entidades Relacionamentos.....	125

Índice de Figuras

Figura 1.1 - Processos para a Energia Solar, Eólica e Hídrica, respectivamente.....	3
Figura 1.2 - Produção global de energia eléctrica em 2010 [7]	4
Figura 1.3 - Dymaxion Map por Buckminster Fuller. A amarelo está representada a rede eléctrica mundial [18].....	6
Figura 1.4 – Ligações eléctricas globais [18].....	6
Figura 2.6 – Gerador eléctrico de rotação aplicado ao calçado [32].....	12
Figura 2.7 – Calçado com um gerador de piezoeléctricos (dir.); Piezoeléctricos instalados na sola [32].....	13
Figura 2.8 – Joalheira inventada por Max Donelan [33]	13
Figura 2.1 – Constituição de uma célula fotovoltaica [38].....	15
Figura 2.2 – Princípio de funcionamento de uma célula fotovoltaica [26].....	15
Figura 2.3 – Configuração de um painel solar [26]	16
Figura 2.4 – Elementos principais de um aerogerador de eixo horizontal [39]	18
Figura 2.5 – Aerogerador <i>Darrieus</i> (esquerda); Aerogerador <i>Savonius</i> (direita) [46]	20
Figura 2.9 – Processo de registo no SRM [49].....	23
Figura 2.10 - Interface que é responsável por mostrar os valores produzidos [51] ..	24
Figura 2.11 - Interface que permite visionar as funcionalidades extra do Flashview [51].....	25
Figura 2.12 - Monitor LCD de energia para a residência [53]	26
Figura 2.13 - Portal da internet disponibilizado pela SunPower [54]	27

Figura 2.14 - Aplicação de monitorização para iphone ou ipod [55].....	27
Figura 2.15 - Interface do EnergiKollen [56].....	28
Figura 2.16 - Interface do PowerMeter [58].....	29
Figura 2.17 - Interface da Hohm [60]	30
Figura 2.18 - Mapa de Radiação Solar para a Europa [69].....	34
Figura 2.19 - Velocidade média (nós) e número de horas/ano de vento em Portugal [70].....	35
Figura 3.1 – Caracterização geral do SharEnergy	38
Figura 3.2 – Tipos de intervenientes	38
Figura 3.3 – Escalabilidade social num cenário português	40
Figura 3.4 - Casos de Uso para o actor Utilizador	42
Figura 3.5 – Casos de Uso para o actor Consumidor	43
Figura 3.6 – Casos de Uso para o actor Gerador	45
Figura 3.7 – Casos de Uso para o actor Distribuidor	47
Figura 3.8 – Casos de Uso para o actor Administrador	49
Figura 3.9 – Arquitectura cliente/servidor do SharEnergy	50
Figura 3.10 – Arquitectura completa do Sistema de Geração.....	51
Figura 4.1 – Tecnologias utilizadas na implementação.....	54
Figura 4.2 – Metodologia ICE.	54
Figura 4.3 - Diagrama de Sequência da funcionalidade <i>Consultar Geração do Mundo</i>	59

Figura 4.4 - Diagrama de Sequência da funcionalidade <i>Alterar Parâmetro de Consumo</i>	60
Figura 4.5 - Diagrama de Sequência da funcionalidade <i>Vender</i>	61
Figura 4.6 - Diagrama de Sequência da funcionalidade <i>Autorizar Venda</i>	62
Figura 4.7 - Diagrama de Sequência da funcionalidade <i>Gerir Dica</i>	63
Figura 4.8 - Entidades criadas para caracterizar um actor.	64
Figura 4.9 - Entidades criadas para caracterizar a escalabilidade do SharEnergy...	65
Figura 4.10 - Entidades criadas para caracterizar a geração do Utilizador	65
Figura 4.11 - Entidades criadas para caracterizar o consumo do Utilizador.....	66
Figura 4.12 - Entidades criadas para caracterizar as transferências de energia.	67
Figura 4.13 - Entidades criadas para caracterizar os Eventos	67
Figura 4.14 – Entidade criada para caracterizar o Estado.....	68
Figura 4.15 – Ecrã de Boas-Vindas do SharEnergy	69
Figura 4.16 - Ecrã de Registo do SharEnergy	69
Figura 4.17 - Ecrã principal de navegação (Home) do SharEnergy	70
Figura 4.18 - Ecrã de venda de energia	71
Figura 4.19 – Ecrã de consulta de consumos energéticos	72
Figura 4.20 - Ecrã de inserção de consumos de energia	72
Figura 4.21 - Ecrã de solicitação de energia	73
Figura 4.22 - Ecrã de doação de energia	74
Figura 4.23 - Ecrã de acesso às funcionalidades relativas aos eventos do SharEnergy.....	74

Figura 4.24 - Ecrã de criação de uma actividade do SharEnergy	75
Figura 4.25 - Ecrã de ilustração da dimensão social do SharEnergy.....	76

Índice de Tabelas

Tabela 2.1 – Tarifas aplicadas em 2008, para as diferentes tecnologias [48]	21
Tabela 3.1 – Especificação dos perfis de cada interveniente	39
Tabela 3.2 – Referências entre Actores e Intervenientes	41
Tabela 4.1 – Relações entre as classes das Camadas de Controlo e Entidade	58

1. Introdução

1.1. Enquadramento / Problema

A sociedade actual não conseguiria manter os respectivos níveis de vida e muito menos evoluir sem energia. O mesmo se antevê, de modo ainda mais vincado, para as gerações futuras. A energia pode assumir diversas formas, dependendo da actividade a que se destina, mas há uma forma em particular que influencia de modo irreduzível o nosso estilo de vida [1]: a energia eléctrica, que está presente em actividades domésticas, em actividades relacionadas com a saúde, com o trabalho, com o conforto, com a educação, entre outras. É inegável que a energia eléctrica se tornou num bem essencial. Será um exagero compará-la com a importância da água, visto que esta implica questões de pura sobrevivência, mas não é exagero afirmar que sem energia eléctrica o mundo actual se tornaria num caos.

No entanto, há que reconhecer que são muito elevados os custos associados à obtenção deste bem. Até ao fim do séc. XX, a produção de energia eléctrica era maioritariamente proveniente da queima de combustíveis fósseis, cujo ritmo de formação é muito mais lento que o ritmo do seu consumo, sendo por isso considerados fonte de energia não renovável. Em 1997 estimou-se que as reservas de petróleo conhecidas deveriam durar apenas mais 75 anos, enquanto que as reservas de gás natural durariam pouco mais de 100 anos e, finalmente, as de carvão, cerca de 200 anos [2].

A agravar as previsões de *esgotamento das reservas*, verifica-se que a queima de combustíveis fósseis está directamente relacionada com o *aquecimento global*. Isto é, da queima desses combustíveis resulta a emissão de CO₂ para a atmosfera, um gás conhecido por aumentar o efeito de estufa [3].

É devido a este efeito que se verifica o aumento da temperatura média na superfície e atmosfera terrestre. Aliás, este fenómeno de emissão de CO₂ e consequente aumento da temperatura média do planeta tem-se vindo a verificar progressivamente desde a revolução industrial. Não subsistem dúvidas quanto ao grave problema da civilização depender cada vez mais da energia eléctrica, cujos custos de obtenção são também cada vez maiores. Esta necessidade pode vir a custar a habitabilidade do planeta Terra [4].

O modo como a sociedade construiu a sua vivência em função da energia eléctrica leva à inevitabilidade de se ponderar uma abordagem que envolva a redução ou, num limite *utópico* por agora, à eliminação da sua utilização.

No contexto exposto, o que parece fazer mais sentido será uma abordagem sobre a produção da energia eléctrica, especificamente sobre as suas fontes e métodos utilizados.

Antes da descoberta de combustíveis fósseis, a civilização de então recorria ao sol como fonte de aquecimento, ou à energia produzida pelo vento ou pelos caudais dos rios como fonte para deslocação de embarcações ou movimentar as pás de um moinho. Após a primeira crise energética, por volta dos anos 70, volta-se a equacionar o recurso a essas fontes, agora com o objectivo de as utilizar como fontes de produção de energia eléctrica [5]. Estas fontes, além de serem praticamente inesgotáveis, por serem renováveis, apresentam um impacto ambiental muito baixo, ou quase nulo.

A energia irradiada pelo sol, que é a fonte primária de quase toda a energia disponível, oferece a vantagem de ser cerca de 12000 vezes superior às suas exigências energéticas actuais [6].

Através de diversos ciclos naturais, a energia solar é convertida noutros tipos de energia renovável como, por exemplo, a energia eólica, resultante dos movimentos de massas de ar que se formam a partir do aquecimento desigual da superfície do planeta (vento).

As energias renováveis mais significativas podem ser sumarizadas nos pontos abaixo:

- A *energia eólica*, que é utilizada para impulsionar as pás de uma turbina, cujo movimento rotacional gera energia eléctrica (aerogerador). A desvantagem a ter em conta nesta opção é a necessidade de existência de um mínimo de vento para uma geração contínua, o que nem sempre se verifica.
- A *energia hídrica*, outro resultado da conversão da energia solar. A sua utilização na produção de energia eléctrica envolve um processo de funcionamento similar ao da energia eólica, isto é, obtém-se energia eléctrica através do movimento rotacional das pás de uma turbina.

Esse movimento é devido, neste caso, ao fluxo das massas de água dos rios, em queda a partir de altitudes mais elevadas que as dos mares e oceanos onde desaguam. Esta fonte de energia também está dependente da natureza, na medida em que depende da quantidade de água disponível, que tem como factores determinantes a pluviosidade e a bacia hidrográfica.

- A *energia solar* também é utilizada directamente na produção de energia eléctrica. Recorrendo a uma conversão fotovoltaica, a radiação solar é transformada em electricidade. A desvantagem associada a esta conversão é de só poder ser produzida na presença de raios solares e de acarretarem elevados custos de aquisição e de manutenção de equipamentos.

Na Figura 1.1 estão representadas aplicações que utilizam as energias acima mencionadas, com o fim de se produzir energia eléctrica.



Figura 1.1 - Processos para a Energia Solar, Eólica e Hídrica, respectivamente¹

As fontes de energia renovável têm dado um contributo significativo na geração de energia eléctrica, destacando-se entre estas, a energia hídrica. Na Figura 1.2 apresentam-se as contribuições de cada tipo de fonte, renovável ou não, para a produção de energia eléctrica:

- Os combustíveis fósseis, como o carvão ou o petróleo, estão representados a vermelho.
- A cor laranja representa a energia nuclear.
- As energias renováveis estão representadas pelas cores azuis e verde. Nestas, a maior contribuição pertence à energia hídrica (azul), estando as contribuições das energias solar, eólica, geotérmica, entre outras renováveis, representadas a verde.

¹ Fotografias retiradas do portal <http://www.istockphoto.com/>, disponível em Julho de 2010.

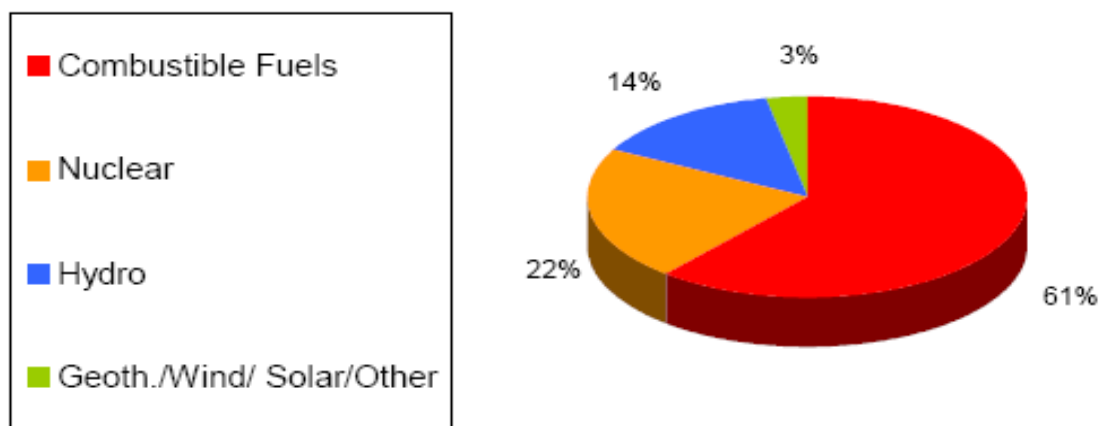


Figura 1.2 - Produção global de energia eléctrica em 2010 [7]

O principal problema na utilização de energias renováveis tem sido a relação entre o custo das tecnologias actualmente utilizadas e o benefício que advém da própria produção em si [8]. São, efectivamente, custos elevados quando comparados com a geração tradicional. No entanto, com as políticas governamentais a exigir uma diminuição das emissões de CO₂, Kyoto [9], as energias renováveis têm vindo a ganhar um avanço progressivo, dada a sua renovabilidade e baixo/nulo impacto sobre o meio ambiente. Dada esta situação, são actualmente contínuos os esforços de encontrar novos métodos que melhoram a relação custo/benefício.

1.2. Visão

A redução do uso de energia poluente passa pela constante procura de novas fontes renováveis de energia. Com esta ideia em mente, acredita-se existir uma outra potencial fonte, *as pessoas*. Em apenas 1g de gordura residem 37,7 KJ, o que faz do corpo humano uma potencial fonte energética [10]. Apesar de existirem estudos sobre oxidação da glucose sanguínea para produzir energia [11], ainda não existe tecnologia que permita a sua implementação.

No entanto, já existem sistemas em que, através da interacção com o utilizador, é possível converter energia mecânica em energia eléctrica. Partindo deste princípio de conversão [12], procuram-se soluções para se aproveitar o excesso de energia das actividades diárias de uma pessoa [13] [14].

Há já alguns exemplos: (i) investigadores da universidade técnica de Michigan desenharam uma bolsa de montanhismo que, através do seu movimento, gera energia [15]; (ii) na cidade de Toulouse, França, existe um pavimento que, ao ser

pressionado pelo andar dos cidadãos, gera energia eléctrica suficiente para as luminárias de rua [16].

A questão que agora se pode pôr, a este propósito, é a seguinte: se é possível obter energia a partir dos movimentos das pessoas, porque é que esta não é mais utilizada, uma vez que se trata de energia limpa, renovável? A resposta a esta questão encontra-se no facto de os valores de geração obtidos a partir dos movimentos das pessoas serem muito baixos [10].

De facto, a geração de energia por uma só pessoa é baixa, mas o que se poderá esperar do envolvimento de grupos de pessoas que, em conjunto, tentem aumentar o rendimento dessa possibilidade? Mais ainda: será possível centrar a geração deste tipo de energia num local apropriado e expandi-la por regiões, progressivamente, até ao nível de nações?

Essa centralização num local apropriado e posterior distribuição (expansão) passam primeiramente por uma geração de energia eléctrica descentralizada, acessível a todos os interessados, independentemente da localização geográfica. Assim, poder-se-á, por exemplo, maximizar a microgeração com vários *inputs* energéticos “pessoais” e fornecer energia a locais deficitários.

O que acontece, porém, ao adicionar-se à já existente produção eléctrica renovável os *inputs* energéticos das pessoas que também pode ser considerado como uma produção eléctrica renovável? Acontece que o valor total de energia renovável na rede eléctrica será maior e é então possível diminuir-se substancialmente o uso de energia com origem em fontes poluentes.

Mas a produção descentralizada só poderá resultar se previamente se criarem as condições que possibilitem uma distribuição global da energia eléctrica, isto é, antes de se planear uma produção descentralizada, é necessário saber se é possível ter uma rede eléctrica que cubra o mundo?

Buckminster Fuller [17] deu, em 1970, uma resposta a esta questão, no “World Game Simulation”, quando apresentou o seu Dymaxion Map, Figura 1.3. Mostrou, de uma maneira única, que é possível interligar as redes eléctricas, já existentes, de regiões e nações, obtendo então uma via de distribuição eléctrica que se estenderá a todo o mundo.

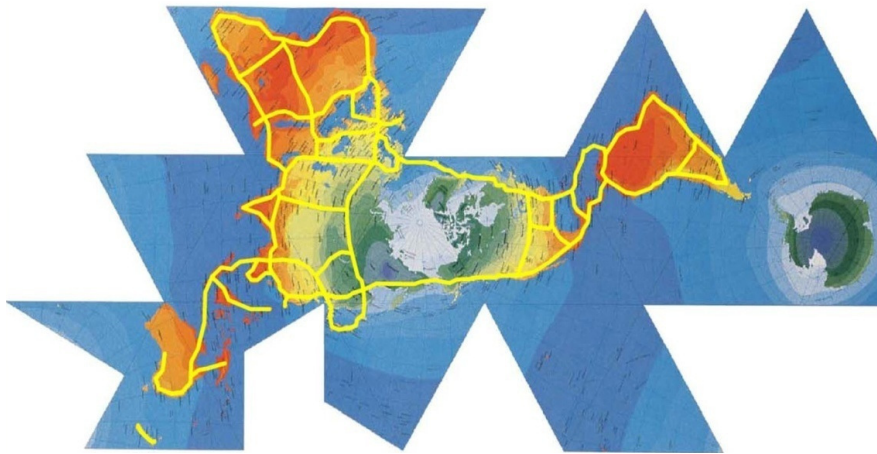


Figura 1.3 - Dymaxion Map por Buckminster Fuller. A amarelo está representada a rede eléctrica mundial [18]

Nessa época, porém, 1970, a tecnologia maioritariamente utilizada para a transmissão de energia (transmissão em corrente alternada), não garantia fiabilidade para distâncias superiores a 500Km (350 milhas) [19]. No entanto, graças à tecnologia de alta tensão em modo DC, HVDC [20], a transmissão já pode atingir mais de 6400Km (4000 milhas) [19]. Actualmente já existem até certas ligações em actividade [21] [22], como se pode verificar pela Figura 1.4, linha a vermelho.

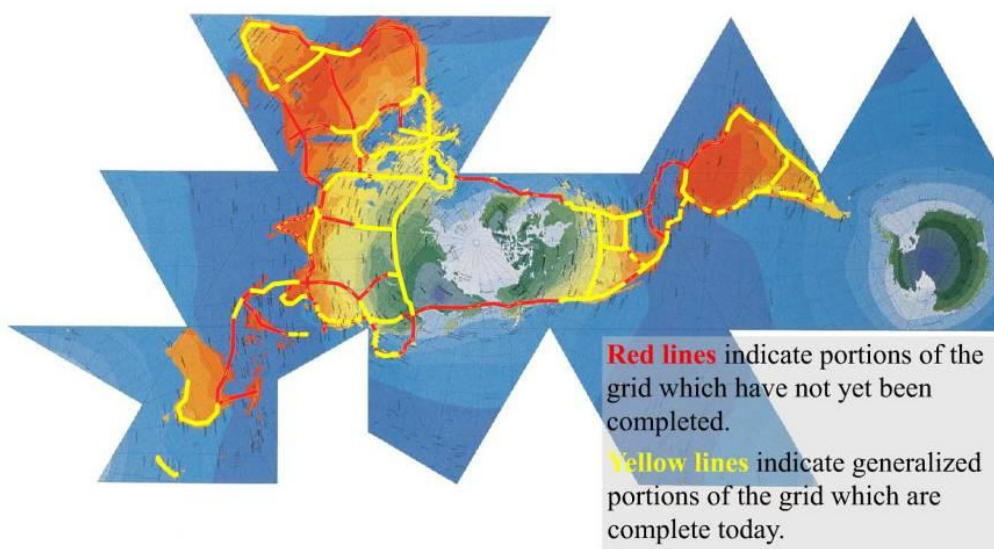


Figura 1.4 – Ligações eléctricas globais [18]

“A global energy network makes enormous sense if we are to meet global energy needs with a minimal impact on the world's environment.”²

² Citação de uma afirmação de Al Gore, vencedor de um Prémio Nobel da Paz em 2007.

1.3. Objectivo

No contexto de uma produção descentralizada, onde cada pessoa contribui com a sua microgeração, nota-se que haverá uma necessidade de um tipo de sistema que faça a gestão da energia eléctrica envolvida. Este trabalho visa a criação de um sistema informático acessível pela internet cujo principal objectivo é gerir os dados envolvidos nas transmissões de energia, isto é, fornecer funcionalidades para autorizar, contabilizar, controlar os valores associados às transmissões de energia entre utilizadores do sistema. A transmissão de energia entre utilizadores implica acções de venda/compra ou pedido/doação.

Espera-se, assim, promover uma microgeração pessoal de energia, cuja dimensão pode ir crescendo, por agregação de grupos, assumindo uma característica de escalabilidade social supostamente sem limites.

Um aspecto não despendendo é a possibilidade de se incentivar a produção de energia pela troca de experiências, de opiniões, de ideias, através de uma rede social de energia ou levando os utilizadores a competir pelo maior valor gerado.

1.4. Contexto de Desenvolvimento

O autor do presente trabalho participou num projecto para a gestão de energia pessoal no concurso *Imagine Cup*, organizado pela Microsoft, e que é a mais prestigiada competição mundial na apresentação de soluções desenvolvidas por estudantes em tecnologias de informação.

O projecto consistia na obtenção de energia eléctrica a partir dos movimentos naturais do corpo humano, armazenamento dessa energia e respectiva utilização após se atingir um certo nível.

Genericamente, o projecto tinha os seguintes componentes:

- Módulo de geração.
- Módulo de aquisição de dados, onde também se controlava a actividade de geração.
- Módulo de processamento, para análise de resultados, definição dos objectivos e perfis energéticos.

- Módulo para transferir e publicar valores.

O presente trabalho parte dos princípios que nortearam este último módulo de transferência e publicação de valores, alargando os conceitos então expressos e estendendo a aplicabilidade dos mesmos.

1.5. Estrutura do Documento

O Capítulo 2 apresenta o estado da arte relativamente à microgeração, nomeadamente a sua definição, conceitos relativos à sua implementação e os tipos de geradores eléctricos mais utilizados. Serão também expostas matérias relativas aos sistemas informáticos lançados para a respectiva gestão e uma visão sobre os aspectos relacionados com redes sociais.

O Capítulo 3 é dedicado a dar conhecimento do sistema desenvolvido, através de uma visão de alto nível sobre a sua estrutura e o seu funcionamento.

O Capítulo 4 versa sobre a implementação do trabalho fundamentado por este documento. Nele abordam-se temas como tecnologias utilizadas, interligação das camadas de desenvolvimento e interacção dos objectos.

No Capítulo 5, o das Conclusões, o autor partilha as notas, impressões sentidas ao longo do desenvolvimento feito e apresenta os resultados alcançados, os desafios encontrados, além de indicar possíveis linhas de continuação deste trabalho.

2. Situação Actual da Microgeração

Neste capítulo tecem-se algumas considerações relativas à microgeração de energia, incluindo as condições da sua implementação em Portugal. Referem-se ainda os sistemas informáticos lançados para a sua respectiva gestão.

Outro ponto também a considerar são as redes sociais, que se podem considerar como um complemento de um sistema de microgeração. Da caracterização geral de uma rede social, passa-se para as redes sociais de natureza energética. Por último, é feita uma avaliação das matérias explanadas ao longo do capítulo.

2.1. Microgeração

Apesar de ser um processo muito discutido nos dias que correm, tem sido difícil chegar a uma definição rigorosa de *Microgeração*.

A literatura relevante [23] [24] [25] sugere que *a Microgeração pode ser entendida como sendo a produção de energia através de sistemas com potências relativamente reduzidas, quando comparados com outros sistemas idênticos mas de maior capacidade*. A energia aqui considerada é a energia eléctrica.

2.1.1. Conceitos

Um sistema de microgeração pode ser instalado segundo três diferentes arquitecturas: isolada, em rede e híbrida, sendo esta derivada das anteriores [26] [27] [28].

Arquitectura em rede: configuração mais habitual de microgeração, em que toda ou quase toda a energia produzida é enviada para a rede eléctrica, sendo o produtor consequentemente remunerado. Quando se afirma que quase toda a energia é enviada para a rede, significa que o produtor optou por instalar um sistema onde é armazenada parte da energia produzida, isto com o objectivo de prevenir situações de falhas energéticas.

A constituição deste sistema é a seguinte:

- Gerador eléctrico.

- Regulador de carga, dispositivo que efectua a gestão da carga de forma a obter perfis compatíveis com a radiação disponível e com a capacidade das baterias.
- Sistema de armazenamento, constituído por um banco de baterias.
- Inversor de corrente, que serve de elemento de interface entre o gerador e a rede, de modo a adequar as formas de onda das grandezas eléctricas DC, provenientes do gerador, às formas de onda AC exigidas pela rede.
- Sistema de ligação à rede, composto por um quadro eléctrico e por um contador da energia enviada para a rede.

Arquitectura Isolada: Este distingue-se do anterior pelo facto de não enviar energia para a rede eléctrica. Destina-se a alimentar cargas directamente, sendo parte da energia produzida acumulada no sistema de armazenamento, de modo a assegurar o abastecimento nos períodos em que a produção é insuficiente. Os elementos que o constituem são os mesmos do sistema em rede: o gerador, o regulador de carga, o sistema de armazenamento e, se houver cargas alimentadas em AC, será necessário o inversor de corrente. Claro que o sistema de ligação à rede está excluído deste sistema isolado.

Arquitectura híbrida: Denomina-se de híbrido visto que nesta arquitectura a produção é composta por um conjunto de geradores renováveis, por exemplo, gerador solar e eólico. A restante constituição do sistema pode seguir uma das arquitecturas anteriormente expostas.

2.1.2. Tipos de Microgeradores

Este ponto é reservado à discussão dos microgeradores eléctricos que tem como fonte a energia cinética proveniente dos movimentos do corpo humano. Visto que este capítulo aborda a realidade da microgeração, serão também apresentados outros tipos de microgeradores eléctricos, apesar de o foco do trabalho estar na microgeração humana.

2.1.2.1. Microgeração Humana

O corpo humano é uma fonte poderosa de energia. Por exemplo, uma pessoa com 68kg e 15% de gordura corporal tem em si armazenados 384MJ de energia, tendo que num grama de gordura existem 37,7KJ de energia [10].

Não é possível, porém, aceder, com a tecnologia actual, ao processo biológico de converter gordura em energia.

No entanto, a energia pode ser aproveitada indirectamente a partir dos movimentos quer rotineiros, quer intencionais de uma pessoa.

Desde o início do século XX, têm surgido invenções cujo funcionamento se baseia nesta realidade. O relógio de corda automática foi uma das primeiras invenções que utiliza os movimentos do seu portador para dar corda aos mecanismos do relógio [29].

Outra invenção interessante é a lanterna de oscilação [30]. Ao ser sacudida, o magneto permanente passa por uma bobine, do que resulta a geração de electricidade para a lâmpada.

Um outro tipo de lanterna é a que tem como fonte de energia um gerador magnético de corda. Desta invenção surgem posteriormente os actuais carregadores de corda para telemóveis e rádios. Num típico rádio deste género, sessenta voltas do mecanismo rotacional (1 minuto a dar à manivela) são suficientes para armazenar 500J de energia numa mola que irá accionar o gerador magnético. A energia resultante é suficiente para uma hora de música.

Outras abordagens estão a ser investigadas [31], como sejam: captar, através do vestuário, a energia calorífica libertada pelo corpo humano; recorrer aos movimentos físicos associados à respiração, fazendo actuar um gerador pela deformação de um polímero (elastómero) dieléctrico ligado a uma fita justa ao peito do utilizador.

Os inconvenientes dos métodos referidos são o baixo valor de energia gerado, para além do incómodo e visibilidade excessiva que os instrumentos auxiliares podem provocar ao produtor dessa energia.

É necessário, no entanto, continuar a procurar soluções que permitam aproveitar os excedentes de energia das actividades diárias de uma pessoa, não esquecendo que

o sucesso depende também do grau de transtorno causado e da indiscrição da sua presença.

Aparentemente, no estágio em que se encontram os estudos nesta área, a melhor maneira de se obter este tipo de energia sem perturbar excessivamente as pessoas é através do andar. As pernas, por suportarem o peso do corpo humano, são o seu elemento mais forte e mais resistente. Accionar um gerador pelo movimento destas é uma maneira ideal de gerar energia sem grande perturbação para o utilizador e sem o obrigar a exercer outros movimentos para além dos movimentos comuns.

Um humano, ao bater com o calcanhar no chão ou ao apoiar-se nas pontas dos pés, exerce cerca de 130% do seu peso sobre os próprios pés. Supondo que uma pessoa de 68Kg dá dois passos por segundo, a potência máxima que pode ser gerada é cerca de 67W .

Uma das maneiras possíveis de captar essa energia é através de geradores eléctricos de rotação. Na Figura 2.1 é dado um exemplo da aplicação desses dispositivos. Há que reconhecer, no entanto, que este tipo de aplicação é de difícil integração no calçado e é muito frágil, devido aos comportamentos mecânicos envolvidos.



Figura 2.1 – Gerador eléctrico de rotação aplicado ao calçado [32]

Outro exemplo de aplicação que não envolve partes mecânicas móveis é a representada na Figura 2.2. Recorre aos materiais piezoeléctricos, capazes de produzir uma tensão quando sofrem uma deformação mecânica.

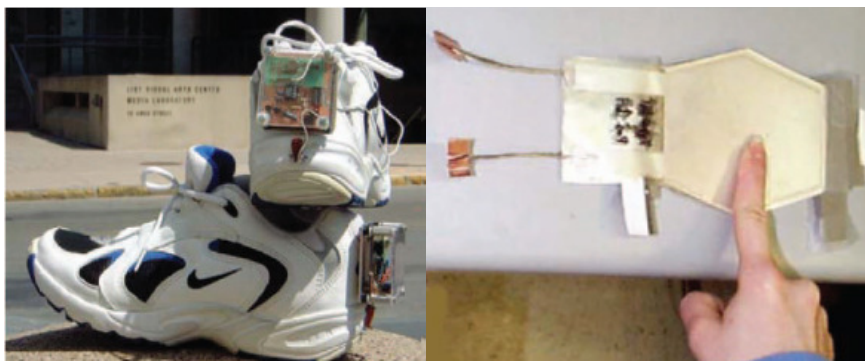


Figura 2.2 – Calçado com um gerador de piezoelétricos (dir.); Piezoelétricos instalados na sola [32]

Em 2008, *Max Donelan*, um kinesiologista³ da Univeridade Simon Fraser do Canadá, inventou um novo dispositivo para recolher energia através do andar. Na Figura 2.3 está uma exposição do dispositivo [33].

Parece-se com uma joalheira metálica e o seu funcionamento é baseado na travagem regenerativa, utilizada para gerar energia, como por exemplo, num veículo híbrido. A potência capaz de produzir está definida na ordem dos 5W por dispositivo, o suficiente para carregar 10 telemóveis, segundo o inventor.



Figura 2.3 – Joalheira inventada por Max Donelan [33]

Outro gerador que é accionado pelo movimento das pernas é o que está incorporado numa bicicleta. Já se podem encontrar hoje ginásios cujas bicicletas são auto-suficientes [34]. No *Crowne Plaza Hotel, Copenhagen*, os hóspedes, ao exercitarem-se nas bicicletas, estão a produzir electricidade para sistemas de iluminação e ventilação [35].

³ Estuda os factores que influenciam o movimento do corpo humano, procurando melhorar a sua performance e eficácia nas actividades desempenhadas.

Em algumas regiões da Índia, aplica-se o método de dar aulas de informática, juntamente com as aulas de educação física: enquanto uma parte da turma gere energia pelos movimentos físicos, a outra parte utiliza os computadores que funcionam com base nessa energia [36].

A empresa Finlandesa Nokia, produziu uma bicicleta que, quanto mais rapidamente pedalada, mais energia produz para carregar um telemóvel [37].

2.1.2.2. Painele Fotovoltaico

A transformação de radiação solar em energia eléctrica tornou-se um facto, dado o efeito fotovoltaico que possibilita a conversão directa da luz solar em electricidade.

Edmond Becquerel constatou e relatou o fenómeno em 1839 quando, no decorrer de uma das suas experiências, surgiu nos extremos de um material semiconductor uma diferença de potencial eléctrica, devido à incidência de luz.

Foi por volta dos anos 50, nos Laboratórios Bell, que se desenvolveu a tecnologia, ainda hoje utilizada, para tirar proveito do efeito fotovoltaico. Consiste em configurar o material semiconductor, numa célula fotovoltaica, cujo detalhe pode ser observado na Figura 2.4. A célula fotovoltaica é constituída por:

- Eléctrodo, em forma de grelha para deixar passar os raios luminosos.
- Contacto óhmico, para facilitar a condução da corrente eléctrica até ao eléctrodo.
- Semi-condutor negativo, ou silício dopado com fósforo (impureza trivalente, tipo N). A camada onde está assente é a mais pequena (300nm).
- Semi-condutor positivo, silício dopado com boro (impureza trivalente, tipo P). A camada onde está assente é a maior (250.000nm).
- Zona de carga espacial, região onde os dois semi-condutores se reúnem, designada *Junção PN*. Nesta, cria-se um campo eléctrico que é responsável pela deslocação dos electrões.

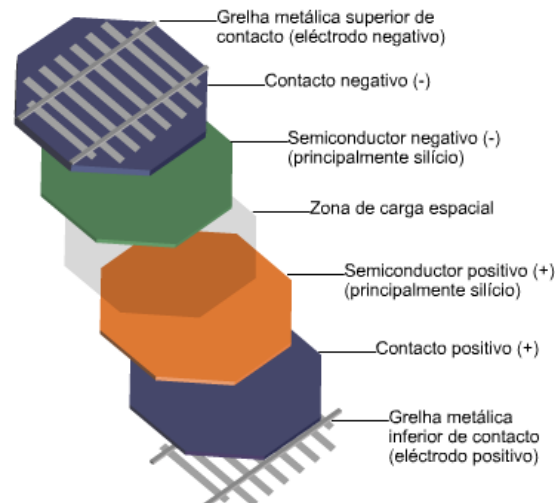


Figura 2.4 – Constituição de uma célula fotovoltaica [38]

A luz solar, constituída por fotões, ao incidir na junção provoca um fluxo de electrões a partir do semiconductor do tipo *N* e um fluxo de lacunas (cargas positivas) a partir do semiconductor do tipo *P*, constituindo uma corrente eléctrica através da carga ligada aos terminais da célula [39].

O rendimento da conversão pode ser aumentado utilizando junções em série, em vez de uma junção simples. O princípio de funcionamento encontra-se ilustrado na Figura 2.5.

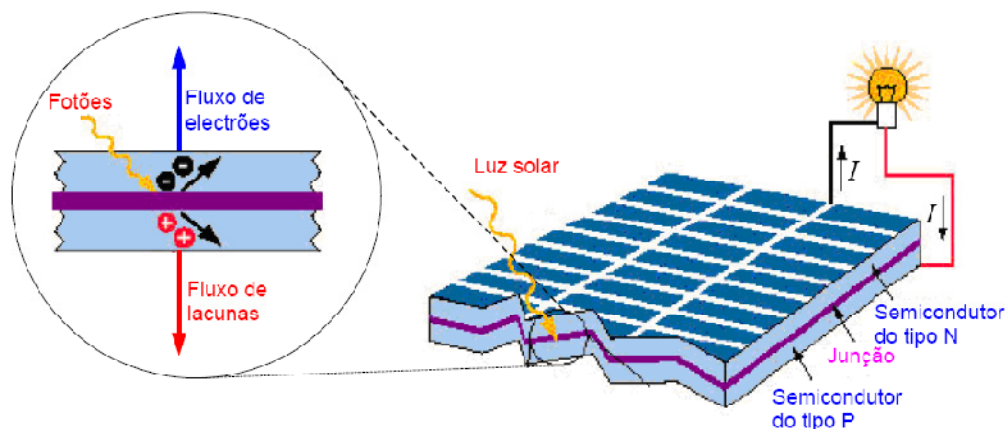


Figura 2.5 – Princípio de funcionamento de uma célula fotovoltaica [26]

As células fotovoltaicas podem ser ligadas em série, constituindo um módulo que apresenta normalmente aos seus terminais uma tensão contínua de 12 V [40]. Vários destes módulos são ligados em série/paralelo de modo a aumentar a potência do conjunto, constituindo o chamado painel fotovoltaico, como se ilustra na Figura 2.6.

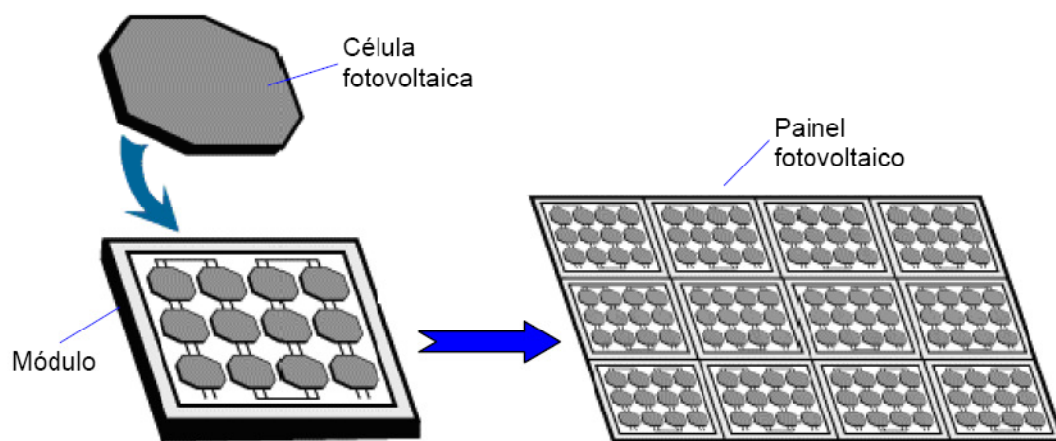


Figura 2.6 – Configuração de um painel solar [26]

A parte de cima do painel é coberta por um vidro transparente que deixa passar a radiação solar. Este é revestido por uma película anti-reflexo que ajuda a minimizar as perdas de calor, reduzindo a reflexão da radiação solar incidente [41].

As células fotovoltaicas são fabricadas, na sua grande maioria, com silício (Si). Das diferentes configurações de silício, resultam os três tipos principais de células fotovoltaicas:

- *Células de Silício Monocristalino*, que representam a primeira geração e são as mais utilizadas no mercado. O seu rendimento eléctrico é relativamente elevado (aproximadamente 16%, podendo subir até cerca de 23% em laboratório). Todavia as técnicas utilizadas na sua produção são complexas e caras, devido à exigência de terem de ser utilizados materiais em estado muito puro e com uma estrutura de cristal perfeita. Mas, por outro lado, a uniformidade da estrutura molecular resultante da utilização de um cristal único é ideal para potenciar o efeito fotovoltaico.
- *Célula de Silício Policristalino*, constituída por um número muito elevado de pequenos cristais com a espessura de micrómetros. O processo de fabricação é mais barato do que a de silício cristalino, por necessitar de menos energia no seu fabrico. No entanto, as descontinuidades da estrutura molecular dificultam o movimento de electrões e potenciam a recombinação com as lacunas, o que reduz a potência de saída. Apresentam um rendimento eléctrico entre 11% e 13%, atingindo até 18% em laboratório.

- *Células de Silício Amorfo*, que apresentam o custo mais reduzido mas, em contrapartida, o seu rendimento eléctrico é também o mais reduzido (aproximadamente 8% a 10%, ou 13% em laboratório). As células de silício amorfo são películas muito finas, devido ao facto de absorverem a radiação solar de uma maneira muito mais eficiente do que o silício cristalino, o que permite a sua aplicação em equipamentos solares domésticos (calculadoras, relógios).

2.1.2.3. Aerogerador

A radiação solar tem uma maior incidência nas zonas equatoriais do que nas zonas polares. O ar mais quente da zona equatorial, por ser mais leve, eleva-se até altitudes muito significativas, criando bolsas de ar a baixa pressão.

O ar menos quente da zona polar, por ser mais pesado, acaba por criar bolsas de alta pressão a baixas altitudes.

Esta diferença de pressão, que se verifica ao longo da superfície terrestre, causa movimentações de massas de ar (vento) das bolsas de alta pressão para as de baixa pressão. A energia cinética, associada a estes movimentos, é conhecida por energia eólica.

O aproveitamento da energia eólica para produção de electricidade é feito recorrendo ao aerogerador. O vento, ao passar pelas pás (hélices) do aerogerador faz com que estas iniciem um movimento rotacional, devido à sua natureza aerodinâmica. Através do cubo do rotor, as pás são unidas a um eixo, cuja função é colocar o rotor também em rotação [42].

Por vezes existe, entre o rotor e o seu cubo, um multiplicador que irá aumentar as rotações do eixo, melhorando o rendimento do aerogerador. Por fim, o gerador eléctrico (alternador) é responsável por converter a energia mecânica rotacional do rotor em energia eléctrica.

Existem dois tipos de aerogerador que, em geral, são classificados pela posição do eixo em relação ao solo. Se o eixo for perpendicular ao solo, trata-se de uma

Turbina Eólica (aerogerador) de Eixo Vertical (TEEV)⁴. O oposto, eixo paralelo ao solo, trata-se de uma Turbina Eólica de Eixo Horizontal (TEEH)⁵.

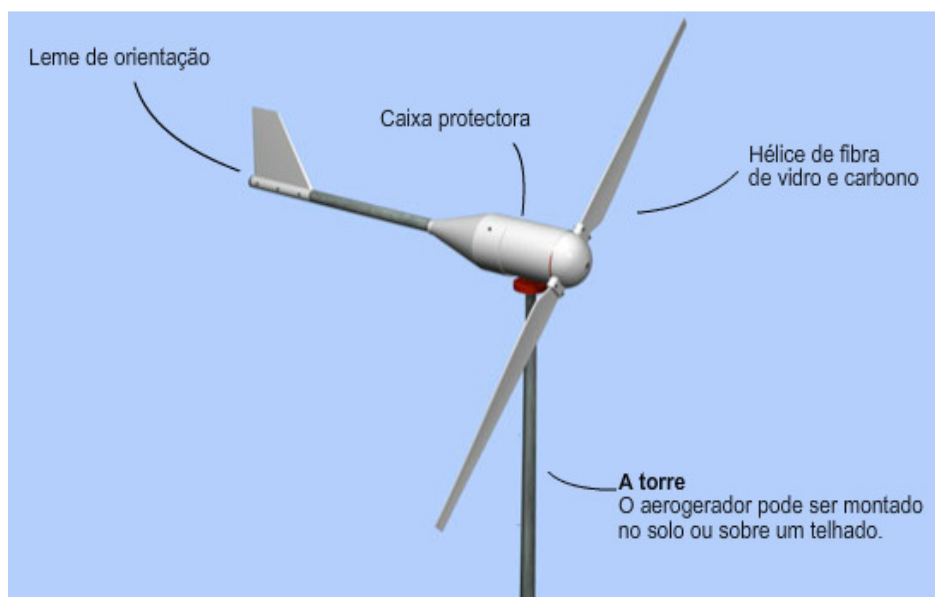


Figura 2.7 – Elementos principais de um aerogerador de eixo horizontal [39]

Na Figura 2.7 é possível observar os principais componentes de um aerogerador TEEH. O leme de orientação permite posicionar o aerogerador na direcção mais favorável ao vento, num ângulo de 360°.

Relembrando que a força do vento aumenta com a altitude, a torre é responsável por sustentar e posicionar o aerogerador na altura conveniente. A torre também torna possível a instalação num lugar onde o vento sopra sem obstáculos.

Na caixa protectora (*nacelle* ou *gôndola*) encontra-se instalado todo o mecanismo de conversão, constituído pelas pás (hélices), o eixo e o gerador, entre outros componentes.

O acréscimo na energia gerada a partir do vento está estimado em cerca de 3 a 5% quando se passa de duas para três pás, mas esta percentagem vai-se tornando progressivamente menor à medida que se aumenta o número de pás.

Esta é a razão pela qual a grande maioria das turbinas em operação apresenta rotores com três pás, muito embora a solução com duas pás configure benefícios relacionados com a diminuição de peso e de custo.

⁴ Também conhecida por VAWT, Vertical Axis Wind Turbine.

⁵ Também conhecida por HAWT, Horizontal Axis Wind Turbine.

O aerogerador TEEV é resultante de uma nova geração de turbinas eólicas com *designs* muito diferentes dos tradicionais. O objectivo é tornar a instalação mais fácil e mais adequada ao ambiente urbano [43].

Este tipo de aerogerador apresenta, relativamente ao aerogerador de eixo horizontal (TEEH), as seguintes vantagens:

- Excelente performance qualquer que seja a direcção do vento, dispensando o mecanismo de orientação direccional.
- Maior estabilidade perante turbulências do vento, situação típica nos telhados das áreas urbanas.
- Gira com ventos de menor velocidade, o que permite que o processo de produção de electricidade iniciado mais cedo e de maneira mais silenciosa.
- Todo o equipamento de conversão da energia mecânica está junto ao solo, facilitando a instalação e o acesso.
- Construção mais simplificada e segura.
- Melhor integração na paisagem urbana.

O aerogerador TEEV pode assumir dois tipos de configuração, que se distinguem pela força aerodinâmica utilizada para mover as suas pás [44] [45]. Na Figura 2.8 estão representados os dois tipos de aerogerador que poderão ser descritos como se segue:

- Aerogerador *Darrieus*, com a característica de as forças de sustentação criadas variarem de direcções e intensidades quando o vento incide, segundo diferentes ângulos, nas suas pás de perfil aerodinâmico. O resultado destas forças é um binário que é responsável pela rotação das pás.
- Aerogerador *Savonius* que, em vez de recorrer a corpos de perfis aerodinâmicos (hélices ou pás), utiliza um corpo oco. A força exercida pelo vento em cada uma das faces do corpo oco não tem a mesma intensidade. Este comportamento diferencial produz um binário motor.



Figura 2.8 – Aerogerador *Darrieus* (esquerda); Aerogerador *Savonius* (direita) [46]

Há que esclarecer, no entanto, que há desvantagens associadas a cada um destes aerogeradores, nomeadamente:

- *Darrieus*: A força centrífuga a que as suas pás estão sujeitas é intensa, pelo que estas têm de ser muito resistentes. Por outro lado, não lhe é possível arrancar sozinho, o que implica a utilização de um sistema para iniciar a rotação das pás.
- *Savonius*: Tem uma velocidade de rotação muito baixa, não conseguindo produzir na escala de KW.

Estes dois tipos de aerogerador, por estarem mais junto ao solo, são menos eficientes que o TEEH, visto o vento nessas altitudes sofrer maior interferência, passando pelas pás com menos força.

2.1.3. O Cenário Português

O decreto-lei 363/2007, de 2 de Novembro [47], que regula a actividade de microgeração, mais conhecido pelo nome de Renováveis na Hora e caracteriza-se principalmente pela existência de dois regimes diferenciados: geral e bonificado, sendo que o primeiro possibilita a ligação de sistemas até 5,75 kW enquanto o outro define os 3,68kW como a potência máxima de ligação.

Com a entrada em vigor deste decreto-lei, qualquer pessoa em Portugal pode-se tornar-se produtor de microgeração de electricidade, desde que disponha de um contrato de compra de electricidade em baixa tensão.

a) Regime Geral

No regime geral (até 5,75 kW), a tarifa de venda para todos os tipos de fontes de energias renováveis é igual ao preço da energia de mercado. Esta imposição limita a viabilidade da maior parte dos investimentos, verificando-se um reduzido número de sistemas licenciados ao abrigo deste regime.

b) Regime Bonificado

O regime bonificado é o que oferece melhores condições aos produtores de energia. Para se aceder a este regime, têm de se verificar certas condições como a instalação de colectores solares térmicos, caso não esteja prevista a instalação de unidades de co-geração a biomassa para ser integrada no aquecimento do edifício. Outra condição a ser verificada é sobre a potência de ligação, que está limitada a 50% da potência contratada, com um máximo de 3,68kW.

1. Tarifário de Remuneração

A tarifa de referência aplicada a cada unidade de produção é de 650€/MW, sendo aplicado um factor de percentagem a cada tipo de tecnologia [48]. Na Tabela 2.1 pode-se verificar o tarifário final para cada tecnologia.

Tecnologia	Remuneração (€/KWh)	Factor (%)
Solar	0,6500	100
Éolica	0,4550	70
Hídrica	0,1950	30
Co-geração a biomassa	0,1950	30

Tabela 2.1 – Tarifas aplicadas em 2008, para as diferentes tecnologias [48]

A tarifa de referência referida (650€/MW) só é aplicável para os primeiros 10MW de potência de ligação registada em Portugal. Após atingido esse patamar, a tarifa será reduzida em 5%, ocorrendo essa redução de cada vez que se completarem 10MW adicionais de potência de ligação a nível nacional.

2. Processo de Registo

O Sistema de Registo da Micro-Produção (SRM) é constituído por uma plataforma electrónica disponível na internet⁶ que facilita ao produtor o estabelecimento da relação necessária com a entidade gestora, a fim de proceder à produção de energia [49].

O regime de facturação e de relacionamento comercial é também simplificado. O comercializador de energia eléctrica substitui-se aos produtores para efeitos de emissão de facturas e regularizações do IVA. O contrato de venda de electricidade será celebrado entre o produtor e o comercializador (ou o comercializador de último recurso). Este processa a facturação e paga directamente ao produtor.

Na Figura 2.9 encontra-se uma ilustração do processo envolvido no registo e licenciamento de um produtor de energia.

Para efectuar o seu registo, o produtor deverá preencher o formulário electrónico, garantindo antecipadamente a actualização dos seus dados na base de dados do comercializador. Todos os dados necessários relativos ao local de consumo constam da factura de fornecimento de energia eléctrica.

Caso reúna as condições necessárias, receberá uma mensagem com a aceitação do seu registo, a título provisório. No prazo de 5 dias úteis, após a confirmação do registo no SRM, deverá proceder ao pagamento da taxa.

Após a aceitação do registo, dispõe de 120 dias para instalar a unidade de microgeração e requerer a sua certificação, preenchendo o formulário electrónico. A empresa instaladora que escolher tem que estar registada no SRM. Nos 20 dias seguintes será efectuada uma inspecção à instalação, na sequência da qual será emitido o certificado de exploração.

O comercializador tem depois 5 dias úteis para remeter ao produtor o contracto de compra e venda. Após a celebração do contrato, o produtor deve efectuar o registo no SRM. Este deve, por sua vez, solicitar ao operador da rede de distribuição a ligação da unidade de micro-produção, ligação essa que tem de ocorrer num prazo máximo de 10 dias úteis.

⁶ www.renovaveisnadora.pt

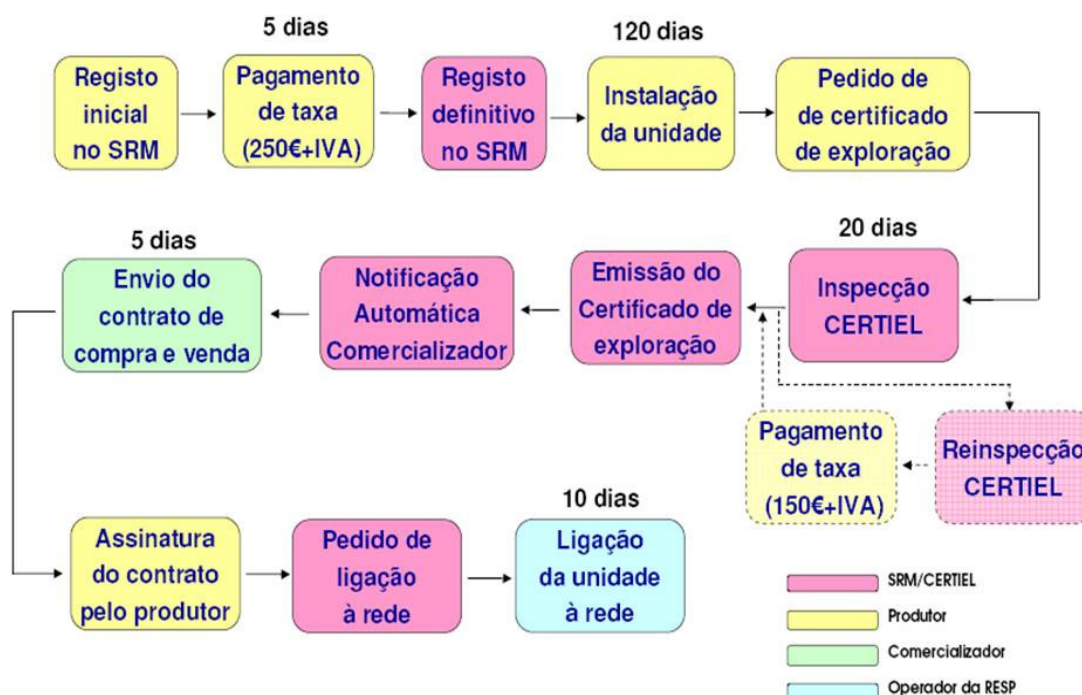


Figura 2.9 – Processo de registo no SRM [49]

2.2. Sistemas Informáticos

Face aos problemas energéticos dos dias de hoje, um consumidor tenta economizar o consumo de energia, enquanto que um produtor de microgeração eléctrica tenta, por sua vez, maximizar a produção.

O recurso aos sistemas computacionais pode dotar os utilizadores com informações relevantes e detalhadas que lhes permitam tomar medidas adequadas que solucionem os problemas eléctricos emergentes.

2.2.1. Apoio à Microgeração

O presente capítulo não ficaria completo sem a apresentação de dois softwares de apoio à microgeração, nomeadamente o *FlashView* e o *SunPower*.

a) *Flashview* da SMA

A SMA é uma empresa líder em tecnologias de inversores para geração solar [50]. Sendo o inversor um dos primeiros dispositivos a ter contacto com a geração conseguida, é também o que reúne as melhores condições para a medir, daí a SMA também comercializar vários sistemas de monitorização para aplicações fotovoltaicas. De entre esses diversos sistemas, merece especial destaque o

sistema *Flashview*, visto apresentar funcionalidades que vão para além do visionamento do rendimento da geração, como abaixo se explica.

Para o seu correcto funcionamento, o *Flashview* necessita da *SunnyWebBox* e do *Sunny SensorBox*, sendo o primeiro responsável pelos dados do inversor e o segundo encarregue das leituras sobre a condição atmosférica [51].

Relativamente à geração, pode-se observar o rendimento energético diário, detalhado sobre as 24 horas, o valor energético total gerado até à data e o valor instantâneo de potência. Veja-se a Figura 2.10.

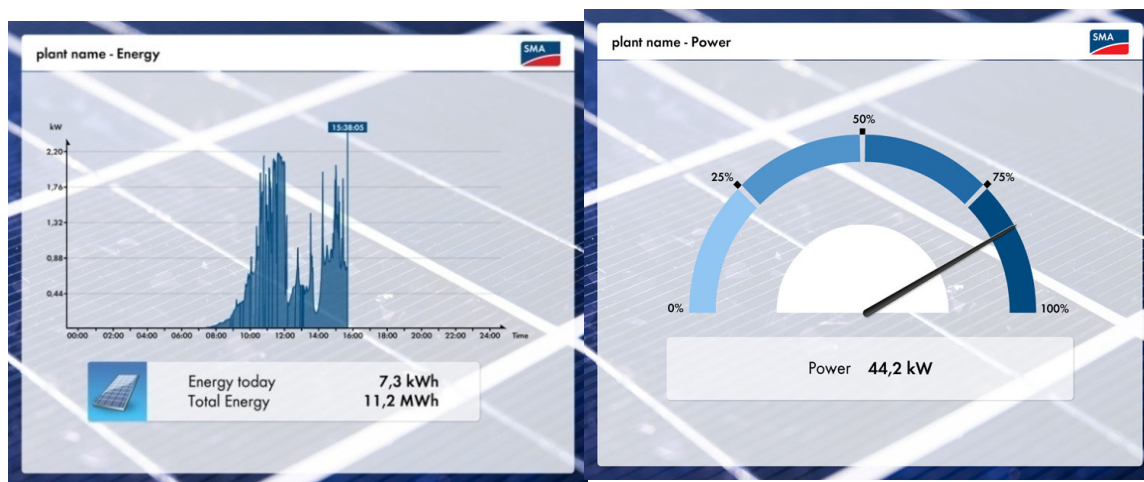


Figura 2.10 - Interface que é responsável por mostrar os valores produzidos [51]

Na Figura 2.11 são expostas algumas funcionalidades extra, que se estendem sobre:

- Sensibilização para o impacto ambiental, onde são referidas as emissões de CO₂ evitadas, sendo até apresentado os km conduzidos necessários a emitir o equivalente.
- Cálculo do lucro obtido, dando noção ao utilizador do retorno do investimento.
- Dados climatéricos envolventes, como a radiação solar, temperatura e velocidade do vento, permitindo uma melhor manutenção dos painéis.
- Leitura de notícias, aumentando o conhecimento do produtor.



Figura 2.11 - Interface que permite visionar as funcionalidades extra do Flashview [51]

b) **SunPower Monitoring System** da SunPower.

A *SunPower* é uma empresa norte-americana que comercializa soluções fotovoltaicas e está cotada como sendo uma empresa líder neste tipo de soluções.

Os painéis solares que produz e comercializa foram até considerados como sendo os mais eficientes do planeta.

O sistema da *Sunpower* oferece aos seus clientes informações respeitantes à microgeração, permitindo-lhes maximizar o investimento [52]. As informações podem ser acompanhadas a partir de qualquer lugar, em qualquer altura, dado os três meios de acesso que a *Sunpower* oferece:

- Um pequeno monitor LCD, *wireless*, destinado a estar no interior da residência (parede), onde são apresentados ao utilizador informações em tempo real do seu consumo e da sua microgeração. Veja-se a Figura 2.12

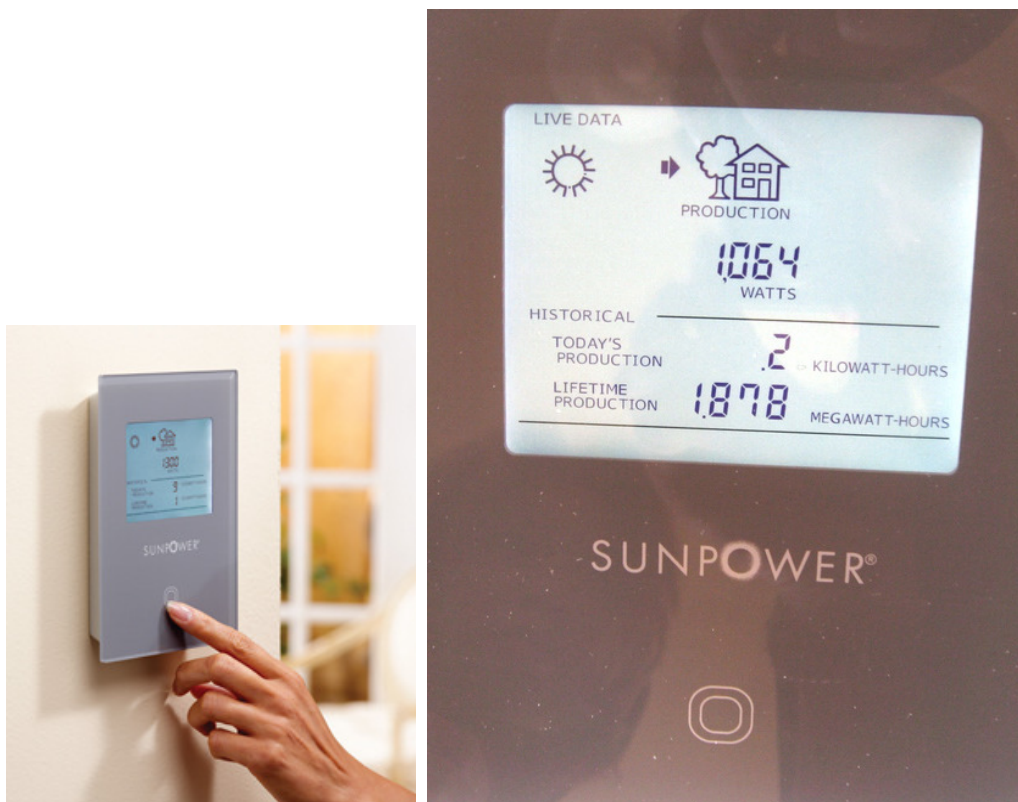


Figura 2.12 - Monitor LCD de energia para a residência [53]

- Com uma ligação à internet, é também disponibilizado uma interface do sistema de monitorização através do portal *sunpowermonitor.com*, apresentado na Figura 2.13. Após iniciar a sessão, o utilizador pode monitorizar os valores energéticos em tempo real, consultar o histórico destes diariamente, mensalmente e anualmente e até pode visualizar o benefício ambiental que resultou da sua produção renovável.

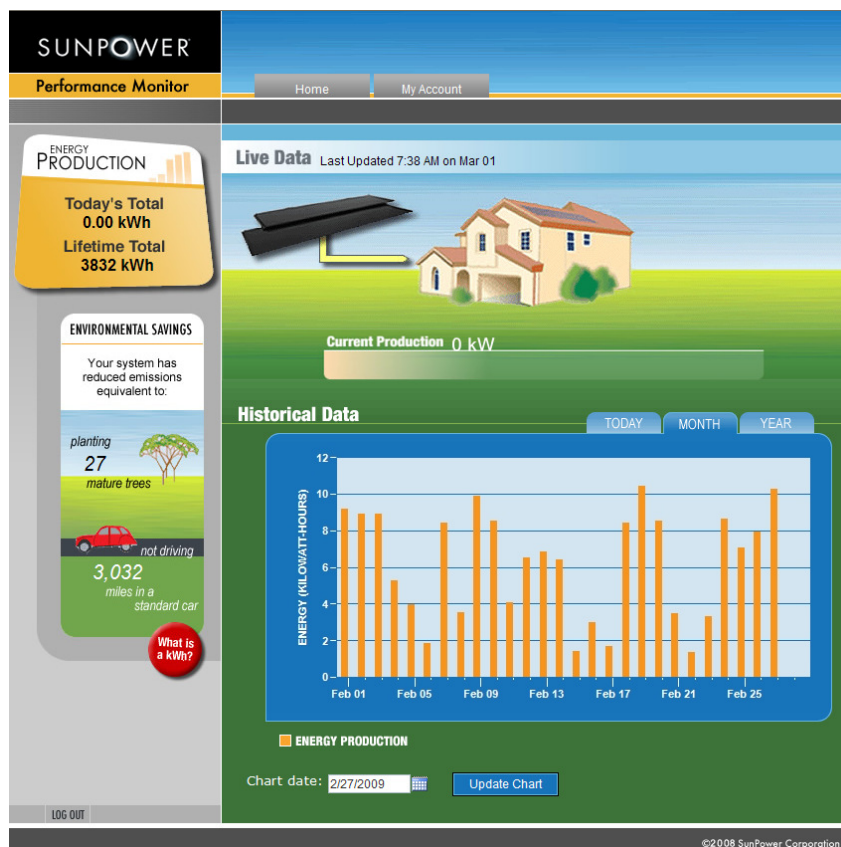


Figura 2.13 - Portal da internet disponibilizado pela SunPower [54]

- Através de um *iphone* ou *ipod*, para os quais é disponibilizada uma aplicação grátis que permite acompanhar [55], a partir de qualquer localização, toda a informação eléctrica da sua microgeração. Veja-se o exemplo na Figura 2.14



Figura 2.14 - Aplicação de monitorização para iphone ou ipod [55]

2.2.2. Monitorização dos Consumos Eléctricos

De seguida são apresentados três softwares que encaixam no perfil em análise, monitorização dos consumos eléctricos.

i. **EnergiKollen** da Logica

A Logica é uma empresa de serviços de tecnologia e gestão que, em parceria com a Växjö Energi AB (VEAB), companhia eléctrica sueca, lançou o EnergiKollen, sistema detentor do prémio *European Utility Award* pela satisfação do cliente, em Outubro de 2007 na “*Metering Europe Conference*” [56].

Trata-se de uma ferramenta que combina as leituras fornecidas por dispositivos de medição eléctrica com uma interface apelativa ao utilizador, facultando-lhe um melhor entendimento sobre o seu consumo.



Figura 2.15 - Interface do EnergiKollen [56]

Na Figura 2.15 está representado uma interface do *EnergieKollen*. Encontram-se três áreas assinaladas, cujo objectivo é incentivar a redução do consumo. Na área de topo são apresentados os consumos individuais. Na área do meio é dada uma perspectiva do consumo em comparação com os consumos dos vizinhos. A última área apela à redução do consumo, apresentando benefícios que se poderiam obter caso certas reduções fossem aplicadas.

Com o objectivo de apoiar a redução do consumo [57], o *EnergiKollen* contém funcionalidades de análise e índices de performance. Também é provido de alertas cuja função é notificar o utilizador para imprevistos na rede eléctrica, como sejam sobrecargas e falhas.

De destaque, existe ainda a componente competitiva, que facilita a concorrência, ao menor valor de consumo, entre os utilizadores. Esta funcionalidade incentiva a procura de novos métodos de redução e envolve, por exemplo, uma família na demanda por um objectivo em comum.

ii. **PowerMeter** da Google

É uma ferramenta grátis, desenvolvida para satisfazer o propósito de controlar o consumo eléctrico de uma residência [57]. Toda a informação pode ser consultada a partir de qualquer ponto de acesso à internet, sendo os dados provenientes de um dispositivo de medição energética.

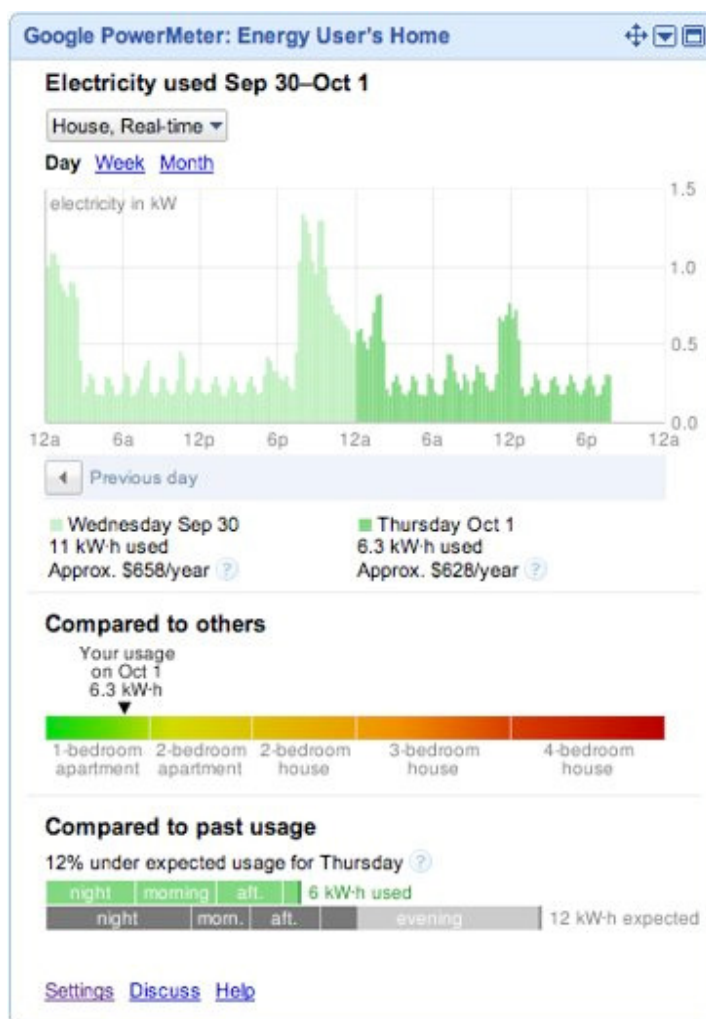


Figura 2.16 - Interface do PowerMeter [58]

Além da principal funcionalidade que é a de visionar o consumo por diversos períodos de tempo (diário, semanal e mensal), na Figura 2.16 podem-se verificar outras funcionalidades.

Por exemplo, é dado a conhecer ao utilizador uma estimativa do seu custo energético anual, bem como a comparação do seu consumo com o consumo de outros utilizadores ou com os seus valores passados. Por exemplo, sabe que conseguiu reduzir 12%, face o consumo da última quinta-feira. Este conjunto de informações possibilitará ao utilizador efectuar reduções energéticas e, consequentemente, monetárias.

iii. **Hohm** da Microsoft

É uma aplicação gratuita suportada pela internet e que permite aos seus utilizadores monitorizar os respectivos gastos energéticos, receber conselhos personalizados referentes à poupança energética e, graças às redes sociais que incorpora, *youtube*, *twitter* e *facebook*, a recepção de conselhos contínua [59].

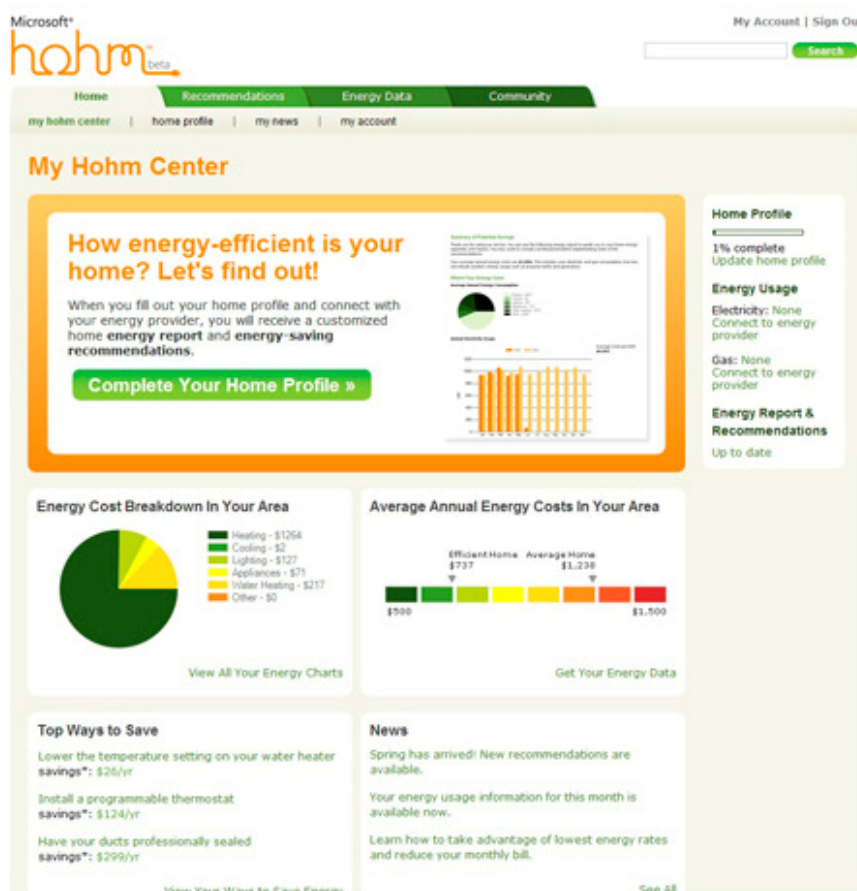


Figura 2.17 - Interface da Hohm [60]

A interface disponibilizada ao utilizador pode ser observada na Figura 2.17. Para conseguir que um utilizador atinja reduções energéticas consideráveis, o objectivo deste sistema *Hohm* é dotar o utilizador de métodos, o mais específico possível, de modo a que este saiba como agir [61].

Antes iniciar a navegação pelo *Hohm*, o utilizador tem de introduzir alguns dados relativos à sua residência, como seja o número de ocupantes, os electrodomésticos e sistemas de aquecimento e/ou arrefecimento instalados.

Recorrendo a métodos analíticos avançados, suportados numa tecnologia licenciada⁷, a *Hohm* devolve um relatório personalizado com recomendações detalhadas. Tal relatório pode ser mais ou menos detalhado, conforme a qualidade e quantidade de informação introduzida pelo utilizador.

Uma das novas funcionalidades é a ligação aos dispositivos de medição energética, do que resulta o ajustamento da monitorização.

2.3. Redes Sociais

Uma rede social pode ser definida como uma estrutura social composta por indivíduos interligados por determinado tipo de relacionamento, como amizade, actividades, crenças, entre outros. Outra definição para rede social é a associação de indivíduos num grupo específico, dada uma característica em comum, como sejam, família, trabalho, passatempos [62].

Independentemente do número de definições ou da complexidade de cada uma, todas as definições resultam numa interpretação: uma rede social é a relação de vários indivíduos que têm por base um interesse comum [63].

Na vida real, um indivíduo nem sempre se apercebe do potencial do grupo em que está inserido, isto é, não se apercebe que há alguém com uma boa oferta de emprego ou acaba, numa óptica mais pessoal, por não ter conhecimento da existência de alguém com quem poderá partilhar a vida de um modo mais íntimo.

Com o fenómeno da internet e sua expansão, passaram a existir sites que elevaram o potencial das redes sociais. Neste novo tipo de rede social ou comunidade virtual, as relações passam a ser visíveis por todos, facultando aos membros a hipótese de

⁷ Lawrence Berkeley National Laboratory and the Department of Energy, USA

travar contactos mais favoráveis, algo que na vida real seria mais difícil de acontecer.

Os membros de uma comunidade virtual criam o seu perfil com informações biográficas, fotos e qualquer outro tipo de informação considerem relevante no contexto considerado. Podem comunicar entre si através de mensagens instantâneas, e-mail, fóruns, videoconferências. Encontram-se igualmente implementadas funcionalidades de troca de fotos, entre outras [64].

Para atingir a ideia principal, expandir a rede pessoal de contactos, este tipo de rede social recorre ao *friending*, cuja interpretação livre em português poderá ser aquela velha frase “o amigo do amigo”. Um membro, ao entrar na rede, começa a procurar os seus amigos para os adicionar à sua lista de contactos. Uma vez encontrados, uma ligação é criada entre eles. Esta permite que cada um dos amigos veja os amigos do outro, facilitando a criação de novos contactos.

Multiplicando este procedimento várias vezes, rapidamente um membro passa a conhecer os amigos dos seus amigos e os amigos desses amigos. Teoricamente, esse membro deixa de ser um estranho na comunidade, uma vez que passa a poder comunicar com qualquer pessoa.

É com este facto que surge a vantagem anteriormente referida. Um membro conhece já a lista de contactos favoráveis que tem de percorrer, para atingir o seu objectivo, seja a procura de um novo emprego, novo amor ou até uma nova casa.

A primeira rede social constituída com base na internet surgiu em 1997 e a sua existência prolongou-se até 2001. Denominava-se *SixDegrees*, nome derivado da teoria dos “seis degraus de separação”⁸. Em 2002, deu lugar à *Friendster*. Um ano mais tarde deu-se o aparecimento da *MySpace*. O *Facebook* surgiu em 2004, com o foco no ambiente universitário mas, quando acabou por ultrapassar esse foco e o seu grau de popularidade cresceu exponencialmente.

Dois anos mais tarde, e com uma abordagem diferente que consiste essencialmente na troca de mensagens instantâneas, surge o *Twitter* que, deste modo, também criou a sua própria revolução.

⁸ Duas pessoas no planeta conseguem estabelecer contacto, percorrendo uma cadeia de ligação, inferior ou igual a cinco pessoas.

Como se definiu para o *SharEnergy* a utilização de uma rede social capaz de criar uma comunidade ligada pela temática da microgeração, é de prestar agora alguma atenção às redes sociais implementadas cujo foco ou tema de conversa é a energia. Dos softwares anteriormente revistos, alguns implementam já uma forma de rede social. São eles:

- **Powermeter** da Google, que dispõe de uma funcionalidade de conversa, que permite aos seus utilizadores dialogar entre si sobre assuntos energéticos, com base em experiências vividas, incluindo casos de sucesso ou insucesso, o que leva à criação naturalmente de uma rede social de energia [58].
- **SunPower Monitoring System** da SunPower: Esta aplicação permite partilhar com amigos, os valores relativos à microgeração. Os que possuem sistemas de produção podem comparar os seus valores com os valores dos amigos. Esta funcionalidade também incentiva a microgeração [52].
- **Hohm** da Microsoft é, dos três softwares em estudo, o que tem uma componente social mais forte. De acordo com *Elliott Lemenager*, gestor da comunidade virtual da *Hohm*, composta pelo *youtube*, *twitter* e *facebook*, esta aplicação é directamente influenciada pelas ideias e questões partilhadas nas redes⁹. Os utilizadores podem comparar entre si os extractos do consumo, partilhar e pesquisar técnicas para atingir uma redução mais eficaz do consumo e obter as mais variadas opiniões sobre assuntos energéticos, tal como deixar ou não a luz acesa de um quarto, quando se sai apenas por uns minutos, ou deixar ou não a televisão em *stand-by* quando não há espectadores [65].

Dada a popularidade da rede social *facebook*, existe quem desenvolva aplicações de monitorização energética para serem integradas nesta rede. Caso disso é a *DOT UI*, uma empresa norte-americana [66] que em parceria com outra empresa, a *SAP*, desenvolveu uma aplicação integrada com o *facebook*, para monitorizar em tempo real os consumos energéticos das residências universitárias da Universidade Estadual da Califórnia. Os estudantes podem consultar os consumos nas suas páginas pessoais, ao mesmo tempo que partilham fotos e conversam com amigos e familiares. Para além de visionarem os consumos, também lhes é permitido criar

⁹ “Everything we’ve posted has been something that was requested by the community,”

competições energéticas, com a vitória atribuída ao que conseguir o menor consumo [67]. Existe também uma rede social especificamente orientada para a indústria energética, a *energy network*, acessível pela internet [68].

Após um registo inicial, um utilizador tem acesso a um vasto leque de funcionalidades. Poderá, por exemplo, consultar vídeos informativos, conversar em tempo real com técnicos especializados, procurar prestadores de serviços relacionados com a energia, trocar impressões com outros utilizadores através dos fóruns ou blogs, comprar produtos, participar em eventos.

2.4. Análise dos temas abordados

Nos dias de hoje, tal como ao longo dos tempos, a realidade energética está a mudar. Actualmente, devido às alterações climáticas e à crise energética, há uma crescente procura de métodos que permitam a racionalização energética e a redução de impactos ambientais. Uma das soluções possíveis é a microgeração, que pode ajudar a reduzir as perdas de energia na rede de distribuição eléctrica e contribui também para a independência do sistema energético relativamente a fontes não renováveis.

Os sistemas de microgeração eólica e solar apresentam-se, em Portugal, como os que oferecem melhores condições para um maior rendimento, particularmente a solar, devido ao facto de Portugal se encontrar numa localização geográfica muito favorável.

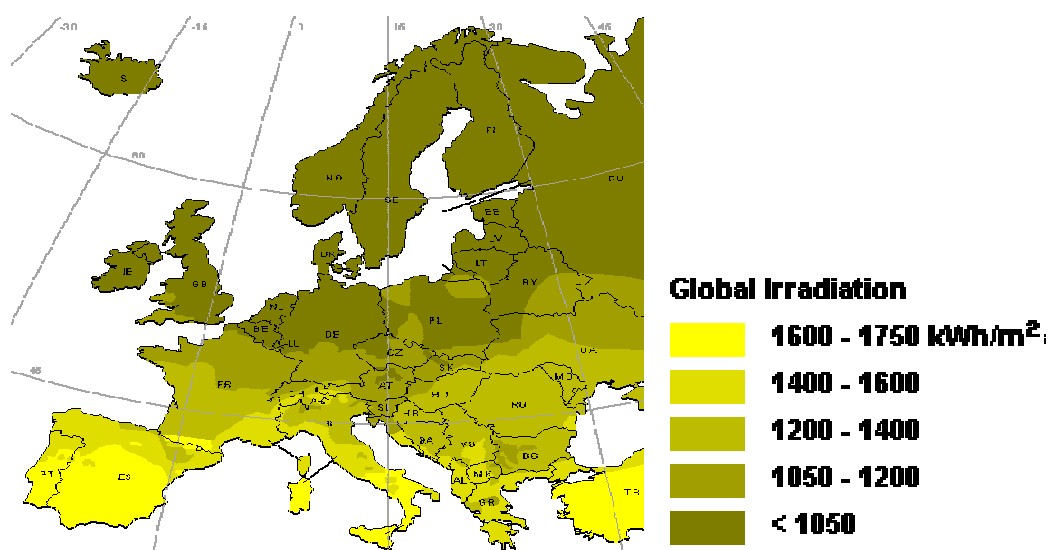


Figura 2.18 - Mapa de Radiação Solar para a Europa [69]

Na Figura 2.18 pode-se verificar que Portugal é um dos países da Europa com um dos maiores índices de radiação solar, o que oferece boas condições para os aproveitamentos fotovoltaicos.

Por outro lado, pode verificar-se na Figura 2.19 que Portugal tem diversas regiões onde a velocidade e o número de horas de vento favorecem os aproveitamentos eólicos.

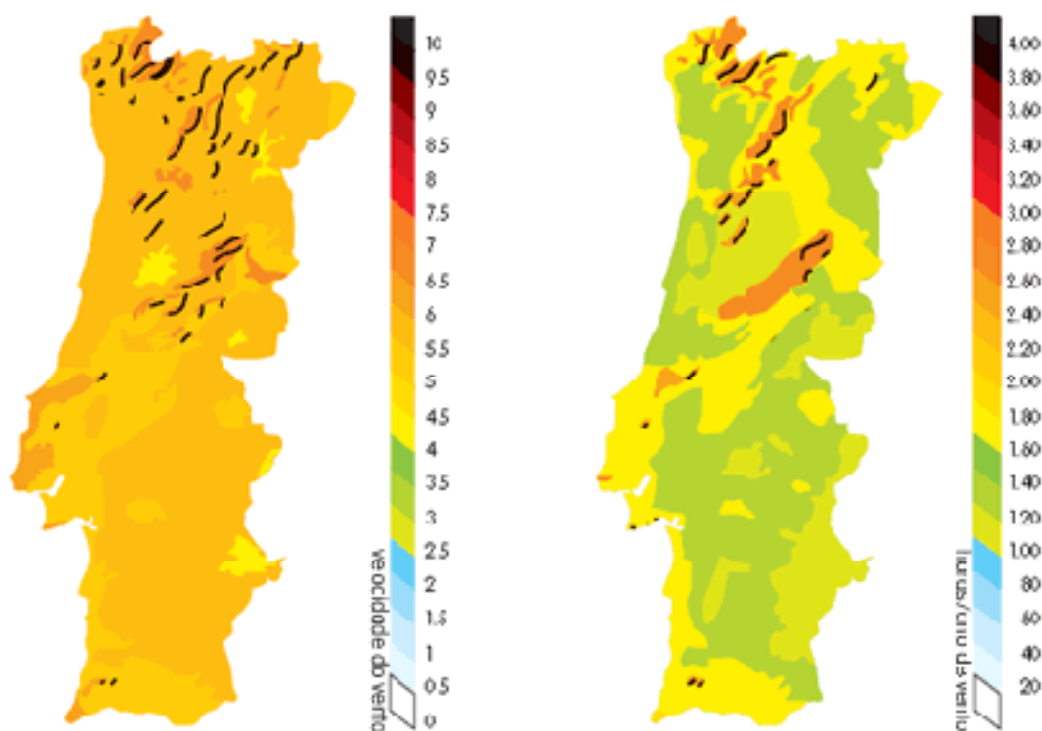


Figura 2.19 - Velocidade média (nós) e número de horas/ano de vento em Portugal [70]

Outra solução que também permite a racionalização energética e consequente redução dos impactos ambientais passa por informar melhor tanto os consumidores como os produtores. Um consumidor passa a ficar capacitado para tomar medidas que moderem a quantidade energética consumida e um produtor poderá rentabilizar a sua microgeração.

A maioria dos sistemas de monitorização que são comercializados foca maioritariamente o consumo energético. De um modo geral, esses sistemas oferecem comparações de valores com outros utilizadores, apresentam possíveis poupanças monetárias e disponibilizam informação detalhada sobre o consumo.

Uma abordagem interessante é a abordagem adoptada pela Microsoft com o seu sistema de monitorização *Hohm*. Não atribui particular relevância aos valores de

consumo e centra-se, preferencialmente, nos hábitos energéticos do utilizador. O objectivo primário é educar o utilizador com dicas personalizadas, confiando que este alcance, assim, uma racionalização energética.

Sendo a microgeração uma técnica dispendiosa, não se encontram muitos softwares de apoio específico. Os que existem são maioritariamente fornecidos pelas empresas que desenvolvem os dispositivos envolvidos na microgeração, estando as suas funcionalidades principalmente focadas em acompanhar a produção. Nota-se igualmente uma tendência para revelar ao utilizador o ganho associado à produção eléctrica e o impacto sobre o meio ambiente.

A vertente social está presente em quase todos os sistemas de monitorização, revelando-se um bom meio de enriquecer os conhecimentos dos utilizadores sobre a matéria. Isto é, os utilizadores podem aprender com os casos de sucesso ou insucesso de outros para atingirem a melhor redução e podem trocar opiniões técnicas sobre a microgeração.

A funcionalidade de competição, também associada à vertente social, pode ser um factor de relevo no incentivo à moderação do uso energético e, em última instância, reduzir o impacto ambiental.

Um último ponto a ser analisado é a limitação das funcionalidades que os sistemas de monitorização analisados oferecem. Maioritariamente, focam os valores envolvidos e não permitem tomar medidas após o seu visionamento. Como por exemplo:

- Um consumidor ao observar que conseguiu uma redução no seu gasto energético, não pode negociar novos parâmetros de fornecimento.
- Um produtor que é simultaneamente consumidor, ao ter conhecimento da sua média de produção, não pode estabelecer um valor a partir do qual começa apenas a consumir da sua própria produção.
- Não existe nenhuma funcionalidade onde um consumidor possa, eventualmente por dificuldades financeiras, pedir energia a um produtor.

3. *Sharing Energy System*

O presente trabalho reporta-se ao desenvolvimento de uma infra-estrutura computacional cujos utilizadores têm a possibilidade de gerir os dados envolvidos nas transmissões de energia realizadas entre si, tendo por base a microgeração pessoal de energia, numa dimensão social escalável. Denominou-se esta infra-estrutura como *SarEnergy, Sharing Energy System*.

Em termos genéricos, *na transferência de energia*, há um *emissor*, um *receptor* e um *distribuidor*. O *emissor* entrega a energia ao *distribuidor* e este, por sua vez, entrega ao *receptor*, com a qualidade e fiabilidade necessária ao sistema eléctrico de consumo instalado.

Por microgeração pessoal entende-se a energia proveniente de uma produção em pequena escala que tem, predominantemente, origem nos movimentos executados pelas pessoas nas suas actividades diárias, mas também noutras fontes, tais como solar e eólica.

A geração de um só produtor é reduzida (microgeração) mas, ao “juntar” essa produção com a de outro produtor, aumenta-se o total de energia produzida. “Juntar” significa, na prática, que o valor de energia na rede será tanto maior quantos mais produtores nela injectarem a sua produção.

Verificar-se-á, então, uma microgeração crescente à medida que se for “escalando socialmente”, isto é, “juntar” a geração de energia por uma unidade social, como um bairro, uma cidade, ou até um país inteiro. Este cenário define o que deve entender-se por *microgeração pessoal numa dimensão social escalável*.

3.1. Conceitos Gerais

No ponto (1.4), ficou dito que o *SarEnergy* é parte integrante de um sistema de microgeração. A Figura 3.1 caracteriza, de modo geral, os elementos sobre os quais o *SarEnergy* se desenvolve.



Figura 3.1 – Caracterização geral do SharEnergy

Os *Utilizadores* irão gerar energia através das *Actividades* diárias que implicam movimento contínuo, tais como, andar, aspirar, correr, lavar loiça e cozinhar. Essa geração será então *Gerida* pelo *SharEnergy*. No ponto 3 deste capítulo, será apresentado uma descrição mais detalhada do sistema de microgeração.

Refinando os conceitos, ir-se-á prestar, de seguida, atenção a quem é dirigido o *SharEnergy*. Feita uma análise à realidade eléctrica [71] [72] [73] e relembrando os objectivos (ponto 3 do capítulo1) optou-se por definir seis diferentes tipos de intervenientes, inventariados na Figura 3.2. Da especificação dos perfis, para os intervenientes enunciados, resulta a Tabela 3.1.

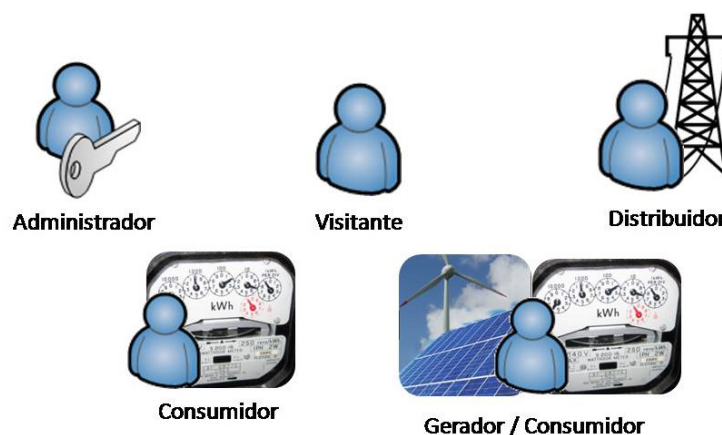


Figura 3.2 – Tipos de intervenientes

Interveniente	Perfil
<i>Visitante</i>	Alguém que, manifestando interesse, não está ainda registado no <i>SharEnergy</i>
<i>Consumidor</i>	Receptor final de energia
<i>Gerador/Consumidor</i>	Membro do <i>SharEnergy</i> que, para além de produzir, também recebe energia
<i>Distribuidor</i>	Entidade responsável pela distribuição e comercialização da energia
<i>Administrador</i>	Personalidade que tem a responsabilidade de manter em funcionamento, de modo coerente e ordenado, o <i>SharEnergy</i>

Tabela 3.1 – Especificação dos perfis de cada interveniente

Sem prejuízo do detalhe que adiante se adoptará, cada um dos seis intervenientes pode executar diferentes tarefas no *SharEnergy*. Por exemplo, um *Consumidor* pode alterar os seus parâmetros de consumo, comunicar a leitura do contador de energia ao *Distribuidor*, inserir os valores respeitantes ao consumo e, através da análise do respectivo histórico, adoptar medidas que visam a sua redução.

Destaca-se ainda a tarefa de pedir energia, prevista para o *Consumidor* cujo consumo possa eventualmente ultrapassar as suas disponibilidades financeiras. Dá-se o exemplo de organizações não governamentais, lares, hospitais, bairros sociais, entre outros.

Por seu lado, o *Gerador/Consumidor*¹⁰ pode dar diferentes usos à sua produção, como seja responder ao pedido de um *Consumidor*, através de doação, e pode ainda vender energia. Estas transmissões de energia, doação e venda são efectuadas através da infra-estrutura eléctrica do *Distribuidor*, que tem de as autorizar previamente.

Caso existam valores monetários associados, esses são tidos em conta na facturação que o *Distribuidor* já efectua aos participantes, pelos serviços energéticos que presta fora do âmbito do *SharEnergy*. O *Distribuidor* irá cobrar ao receptor e creditar ao emissor, podendo reter uma taxa pelo serviço de distribuição.

¹⁰ No resto do documento, o gerador/consumidor será referido apenas como gerador

Para além do fins utilitários de produzir, ceder, requerer e distribuir energia, o *SharEnergy* assume também as funções de rede social, onde os seus membros têm a possibilidade de trocar impressões, discutir casos de sucesso, divulgar informações, quer gerais, quer relacionadas com o que se passa especificamente no *SharEnergy*. É função desta rede social do *SharEnergy* organizar eventos culturais ou lúdicos, com a eventual atribuição de prémios aos que mais se destacarem. Essas actividades podem ser acompanhadas passivamente pelos *Visitantes*, motivando-os, por esta via, a aderirem ao *SharEnergy*.

A Figura 3.3 representa a escalabilidade social da microgeração pessoal, conforme referido no início deste capítulo.

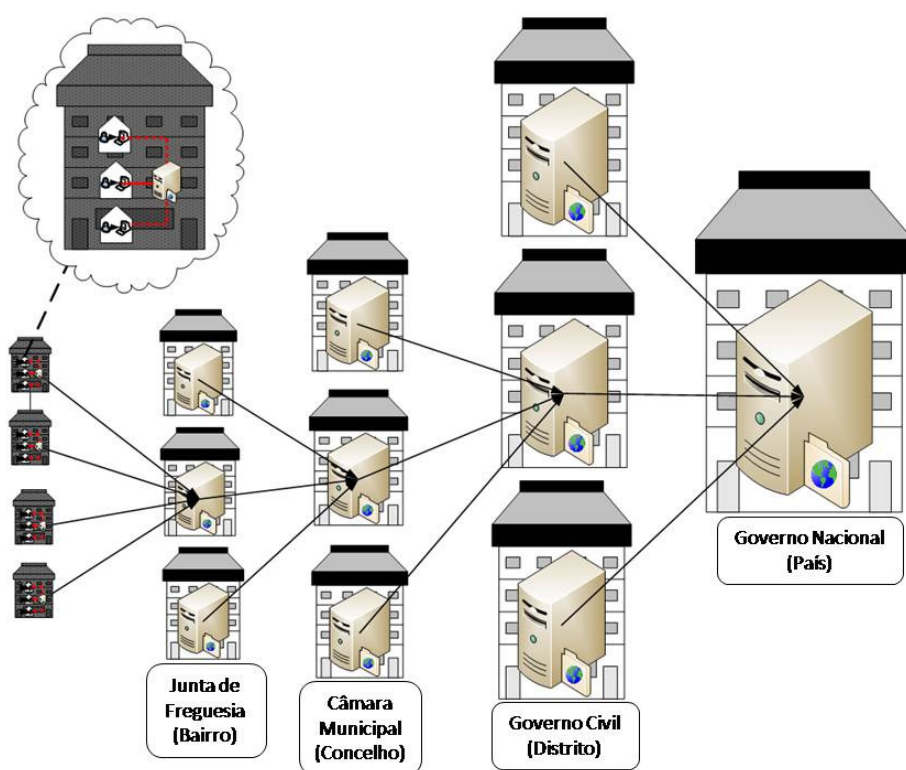


Figura 3.3 – Escalabilidade social num cenário português

Ao permitir que um conjunto de indivíduos se junte para gerar energia, bem como bairros ou cidades, pode-se aumentar o nível de geração com este escalamento social. Apesar de adaptado à realidade portuguesa, este cenário é válido para qualquer outro cenário geográfico, porque existe uma hierarquia genérica de grupos sociais adaptável¹¹ a este conceito de escalabilidade.

¹¹ Assunto mais detalhado na análise da Figura 4.9 do capítulo 4.

3.2. Diagramas de Caso de Uso

Qualquer sistema pode interagir com entidades exteriores, como dispositivos, pessoas, outros sistemas, através das funcionalidades que oferece. Por outro lado, as funcionalidades podem ser partilhadas por várias entidades, com dependências entre as funcionalidades.

Na sistematização conceptual do Sistema *SharEnergy*, recorre-se aos diagramas de casos de uso da modelação gráfica UML [74], para melhor se entender quem e de que modo é que pode interagir. Neste tipo de modelação, as entidades externas, sejam elas pessoas, dispositivos, sistemas, são todas referidas como *actores*. Utiliza-se o conceito de actor porque a entidade externa desempenha um papel perante o sistema, isto é, interage segundo o perfil que lhe é atribuído.

No ponto 1 deste capítulo 3, inventariaram-se os intervenientes do *SharEnergy* e, em consequência, são definidos seis actores. Nesse ponto também foi referido que qualquer interveniente pode dispor de várias maneiras de interagir. Isto é, pode desempenhar vários papéis, uma vez que lhe é atribuído um perfil de acesso ao *SharEnergy*, perfil esse ajustado às funcionalidades que respondem ao papel que desempenha, tal como especificado na Tabela 3.2.

Intervenientes	Actores
<i>Visitante</i>	Utilizador;
<i>Consumidor</i>	Utilizador; Consumidor
<i>Consumidor / Gerador</i>	Utilizador; Consumidor; Gerador
<i>Distribuidor</i>	Utilizador; Distribuidor
<i>Administrador</i>	Utilizador; Administrador

Tabela 3.2 – Referências entre Actores e Intervenientes

Para melhor entendimento desta polivalência, verifica-se que um actor pode ser visto como um tipo de perfil que, ao identificar-se perante o sistema, tem imediato acesso às funcionalidades que lhe foram concedidas pelo *Administrador*. Quer isto dizer que os intervenientes com acesso a diversas funcionalidades não necessitam de sair e voltar a entrar para passar de umas para as outras porque, com uma única identificação, estas ficam de imediato disponíveis.

3.2.1. Casos de Uso para o Utilizador

Qualquer interveniente no *SharEnergy* dispõe, de acordo com que o que foi anteriormente dito, de um conjunto de funcionalidades. Existe, no entanto, um conjunto de funcionalidades, retratadas na Figura 3.4 que são comuns a todos os perfis.

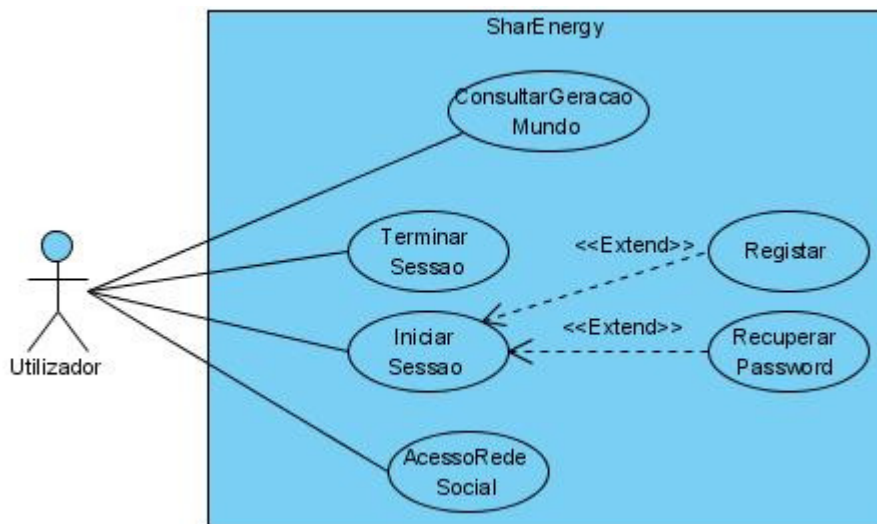


Figura 3.4 - Casos de Uso para o actor Utilizador

As funcionalidades oferecidas ao perfil *Utilizador* são as seguintes:

- *Consultar a Geração do Mundo* mostra, se existirem, valores de geração para um determinado nível da “escala social”. Isto é, esta funcionalidade apresenta a geração de energia por prédios, bairros, cidades e até mesmo por país.
- *Acesso à Rede Social* possibilita criar, alterar ou eliminar a inscrição do *Utilizador* nas páginas sociais do *SharEnergy*, como o *Facebook* e o *Twitter*. Após o registo nestas, o *Utilizador* poderá acompanhar artigos sobre matérias do seu interesse, expor as suas ideias e partilhar a sua experiência, trocar mensagens instantâneas com outros utilizadores, entre outras.
- *Iniciar Sessão* dá acesso a outras tarefas do sistema. Para que isto seja possível, o *Utilizador* tem de estar previamente registado no sistema. Essa possibilidade é concretizada pela função *Registrar* que, por sua vez, exige a indicação do endereço *e-mail* e da *password*. Caso haja necessidade de se recuperar uma *password* eventualmente esquecida, existe a opção *Recuperar Password*.

- *Terminar Sessão* encerra os acessos até então concedidos ao *Utilizador*, de acordo com o respectivo perfil.

3.2.2. Casos de Uso para o Consumidor

O actor *Consumidor* tem ao seu dispor as funcionalidades apresentadas na Figura 3.5.

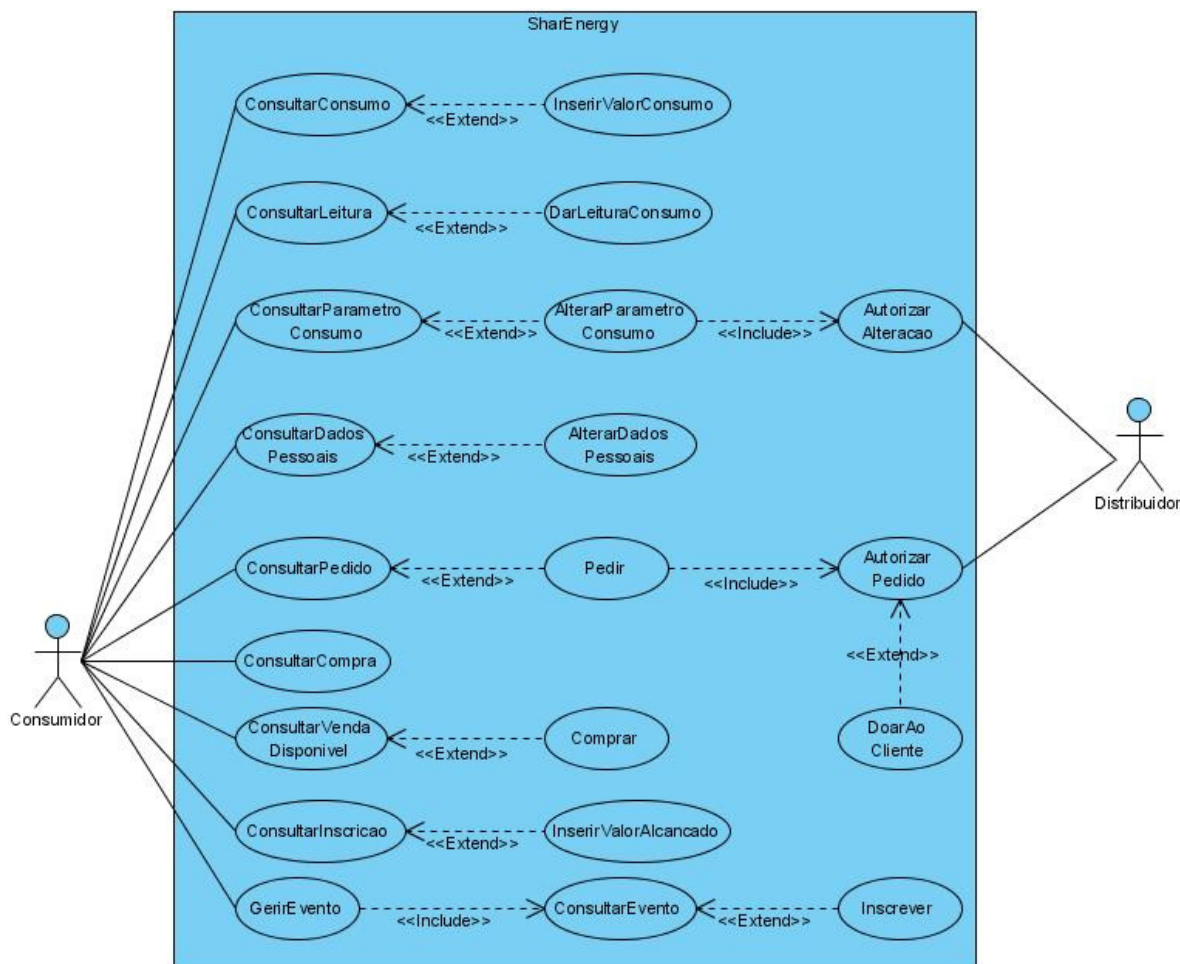


Figura 3.5 – Casos de Uso para o actor Consumidor

Detalhando cada uma das funcionalidades:

- *Consultar Consumo* permite visualizar graficamente os consumos. Esta visualização pode abranger qualquer período pretendido, inclusive o histórico de um ano. Esta funcionalidade confere ainda ao *Consumidor* a possibilidade de *Inserir Valor Consumo*.
- *Dar Leitura Consumo* admite ao *Consumidor* comunicar o valor apontado pelo contador de energia. É uma funcionalidade opcional, quando é efectuado o

Consultar Leitura. Esta consulta auxilia o *Consumidor* a verificar se foi já validada a leitura informada.

- *Consultar Parâmetro Consumo*, além de ajudar na observação dos parâmetros que definem o seu consumo, faculta ao *Consumidor* o conhecimento sobre a aceitação, por parte do *Distribuidor*, dos seus pedidos de alteração aos parâmetros. Estes pedidos de alteração, são opcionais ao realizarem-se estas consultas e são efectuados recorrendo à funcionalidade *Alterar Parâmetro Consumo*. É possível alterar a tarifa e a potência contratada.

Estas alterações estão dependentes da aceitação do *Distribuidor*. Para que esta situação se concretize, o *Distribuidor* tem disponível a função *Autorizar Alteração*.

- *Consultar Dados Pessoais* revela todos os dados que dizem respeito ao *Consumidor*, como seja a morada, os dados de segurança e o *e-mail*. Se pretender efectuar uma rectificação dos dados, a funcionalidade *Alterar Dados Pessoais* permite essa acção de rectificação.
- *Pedir* faculta a colocação de uma solicitação energética no *SharEnergy*, sendo esta operação sujeita a autorização prévia do *Distribuidor*, através da funcionalidade *Autorizar Pedido*. O *Consumidor* é informado do estado dos pedidos através da funcionalidade *Consultar Pedido*.
- *Consultar Venda Disponível* mostra a energia eléctrica de vários produtores independentes, que ainda se encontra para venda. Se o *Consumidor* optar, através de *Comprar*, pode adquirir essa energia.
- *Consultar Compra* faculta o conhecimento da situação das aquisições energéticas.
- *Gerir Evento* concede o direito de organizar e coordenar um evento. Isto é, criar, publicar resultados e concluir a realização do evento.
- *Inscriver* é uma funcionalidade que permite ao *Consumidor*, registar-se num evento.

- A gestão e a inscrição num evento são opções oferecidas ao *Consumidor* quando este acede ao *Consultar Evento* (funcionalidade que foi já revista na análise dos casos de uso do actor *Utilizador*).
- *Consultar Inscrição* faculta os detalhes relativos às inscrições efectuadas pelo *Consumidor*. Disponibiliza ainda a hipótese de *Inserir Valor Alcançado*, isto é, qual o valor energético que o *Consumidor* alcançou com a participação no evento.

3.2.3. Casos de Uso para o Gerador

Conforme se pode verificar na Figura 3.6, ao actor *Gerador* é permitido verificar a evolução da sua geração, de efectuar transmissões de energia ou de aceder ao histórico das acções passadas.

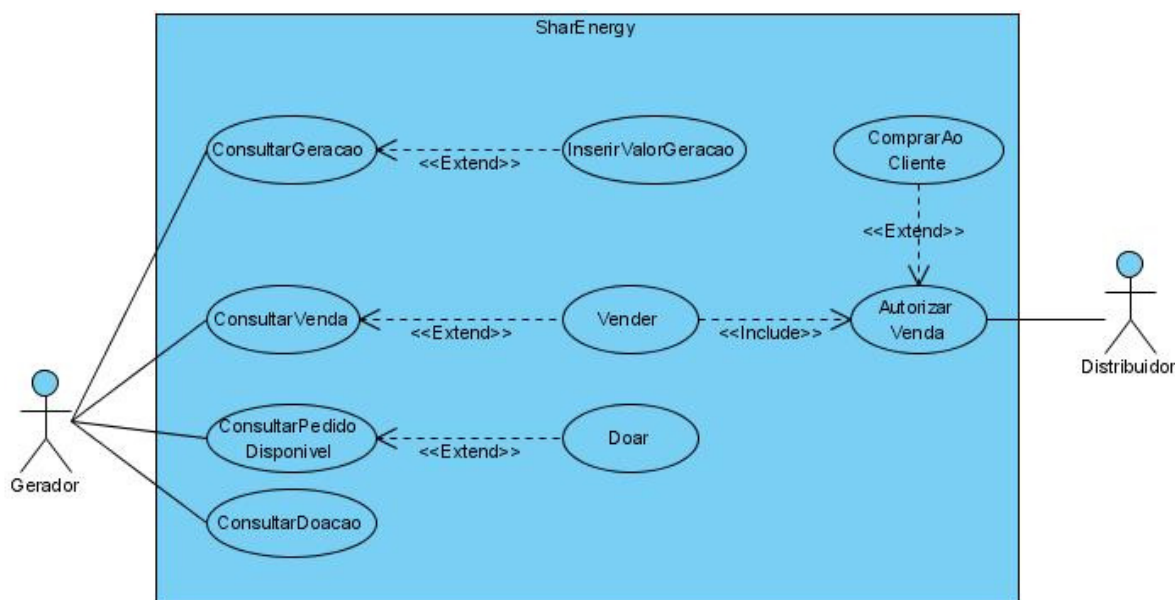


Figura 3.6 – Casos de Uso para o actor Gerador

Definindo as funcionalidades inventariadas:

- *Vender* é uma das funcionalidades mais atractivas ou motivadoras oferecidas a um microgerador. Confere-lhe a possibilidade de, fora do âmbito do *SharEnergy*, obter receitas com a produção, o que poderá proporcionar a recuperação do investimento efectuado. *Vender* é uma opção da funcionalidade *Consultar Venda*, que faculta ao utilizador a informação da situação das suas vendas.

- *Autorizar Venda* é uma funcionalidade subjacente ao facto de todas as vendas implicarem a transmissão da energia desde o ponto de produção até ao ponto de consumo. Sendo a transmissão assegurada pelo *Distribuidor*, este tem de as autorizar, através desta funcionalidade. A referida autorização implica um estudo de viabilidade e a possível aplicação de um custo de transporte, que acrescerá ao valor associado com a transferência de energia.
- *Comprar Ao Cliente* possibilita ao *Distribuidor* comprar energia ao *Gerador*, quando estiver a avaliar a sua venda.
- *Consultar Pedido Disponível* dá a conhecer ao *Gerador* os pedidos de energia existentes. Se o *Gerador* desejar responder, pode fazer-se valer da funcionalidade *Doar*, concedendo energia a quem tenha necessidades. Posteriormente, poderá ver o histórico das suas boas acções através de *Consultar Doação*.
- *Consultar Geração* dá a conhecer a evolução da produção. Associada a esta consulta, está disponível a possibilidade de *Inserir Valor Geração*, que faculta a introdução dos valores da energia produzida, bem como o respectivo período de produção. Durante a inserção de valores, o *Gerador* pode optar por publicar a sua geração. Se tomar esta opção, qualquer *Utilizador* do SharEnergy poderá visualizar o valor através da funcionalidade do actor *Utilizador, Consultar Geração Mundo*.

3.2.4. Casos de Uso para o Distribuidor

Das funcionalidades disponíveis ao *Distribuidor*, inventariadas na Figura 3.7, algumas tiveram já a sua descrição realizada. Esta descrição pode ser revista nos casos de uso do *Consumidor* (Figura 3.5) e do *Gerador* (Figura 3.6).

As funcionalidades em questão, relativamente ao *Consumidor*, são *Autorizar Alteração*, *Autorizar Pedido* e *Doar Ao Cliente*. Relativamente ao *Gerador*, as funcionalidades em questão são, *Autorizar Venda* e *Comprar Ao Cliente*.

Essas funcionalidades pressupõem o recurso às seguintes:

- *Consultar Pedido Cliente*, onde lhe são apresentados todos os pedidos de energia registados.

- *Consultar Venda Cliente*, que dá a conhecer a intenção de um *Gerador* de vender a sua geração.
- *Consultar Alteração Parâmetro Cliente* revela as intenções de um *Consumidor* para mudar de os parâmetros do seu consumo.
- *Consultar Transferências Cliente* dá a conhecer ao *Distribuidor* os valores monetários e energéticos envolvidos nas transferências.

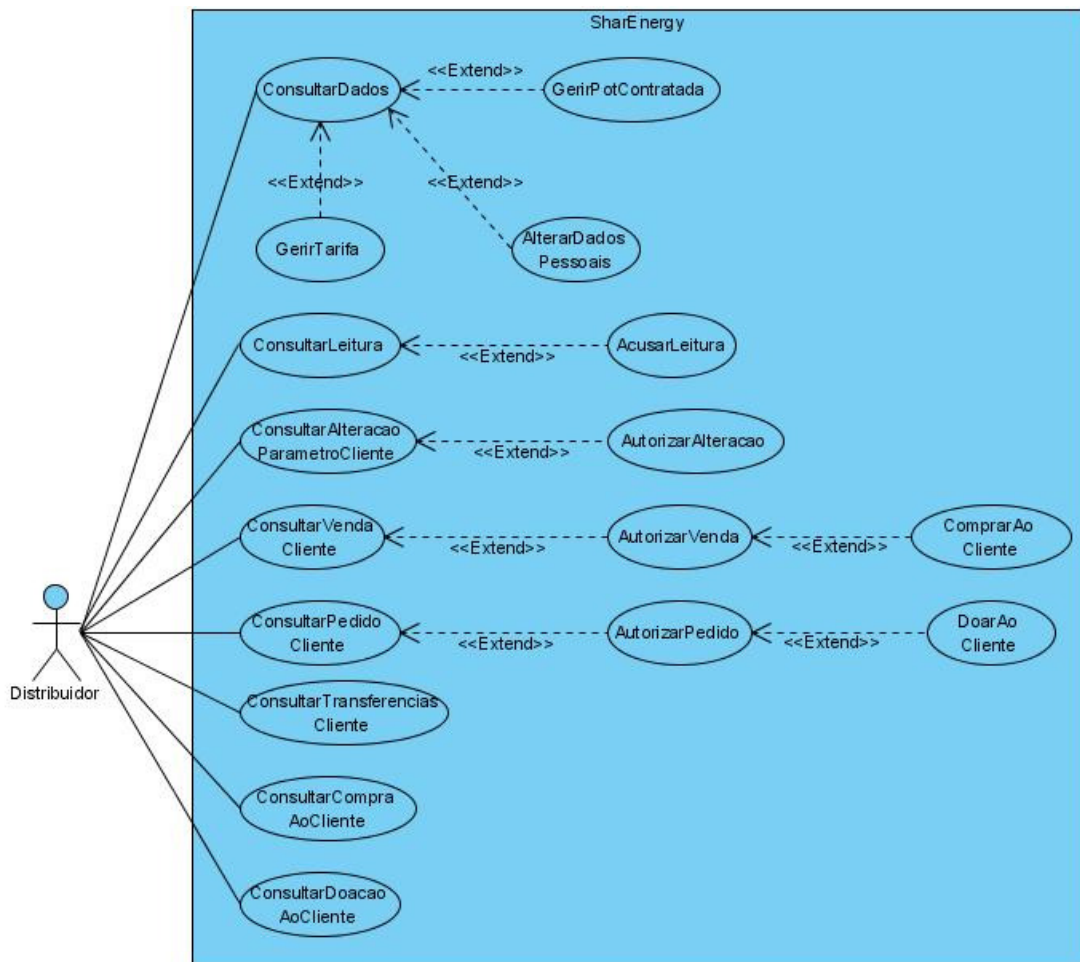


Figura 3.7 – Casos de Uso para o actor Distribuidor

Ainda existem as seguintes funcionalidades:

- *Consultar Doação ao Cliente* e *Consultar Compra ao Cliente* apresentam as doações e compras realizadas, respectivamente.
- *Alterar Dados Pessoais* concede ao *Distribuidor* a possibilidade de modificar os seus dados pessoais.

- *Consultar Dados* permite verificar a alteração anteriormente referida, através da verificação dos dados que identificam o *Distribuidor*.
- *Gerir PotContratada* e *Gerir Tarifa* possibilitam a criação e a alteração da potência contratada, bem como da respectiva tarifa. Estes parâmetros serão posteriormente disponibilizados, de modo a que um *Consumidor* possa estabelecer as suas condições de consumo.
- *Acusar Leitura* possibilita ao *Distribuidor* a emissão de um aviso de recepção para o *Consumidor* que forneceu, previamente, uma leitura do seu consumo. Mas antes de emitir esse aviso, o *Distribuidor* tem de conhecer as leituras a que a ele dizem respeito. Essas leituras são acessíveis pela funcionalidade *Consultar Leitura*.

3.2.5. Casos de Uso para o Administrador

O actor *Administrador* tem essencialmente a função de administrar os conteúdos da base de dados, bem como os respectivos acessos.

Dispõe para esse efeito, das funcionalidades mostradas na Figura 3.8, funcionalidades as quais envolvem a consulta dos dados e que também lhe permitem criar, alterar e apagar os conteúdos que julgar susceptíveis dessas acções. Os dados que lhe compete administrar são, nomeadamente:

- Textos elucidativos e conselhos sobre o consumo e a geração eléctrica (Dicas energéticas).
- Definição dos estados possíveis das operações que ocorrem no *SharEnergy*.
- Descrição da hierarquia existente entre as várias zonas onde o *SharEnergy* está aplicado.
- Nomenclatura das zonas.
- Atributos caracterizantes de um país, de uma zona administrativa e de um código postal.

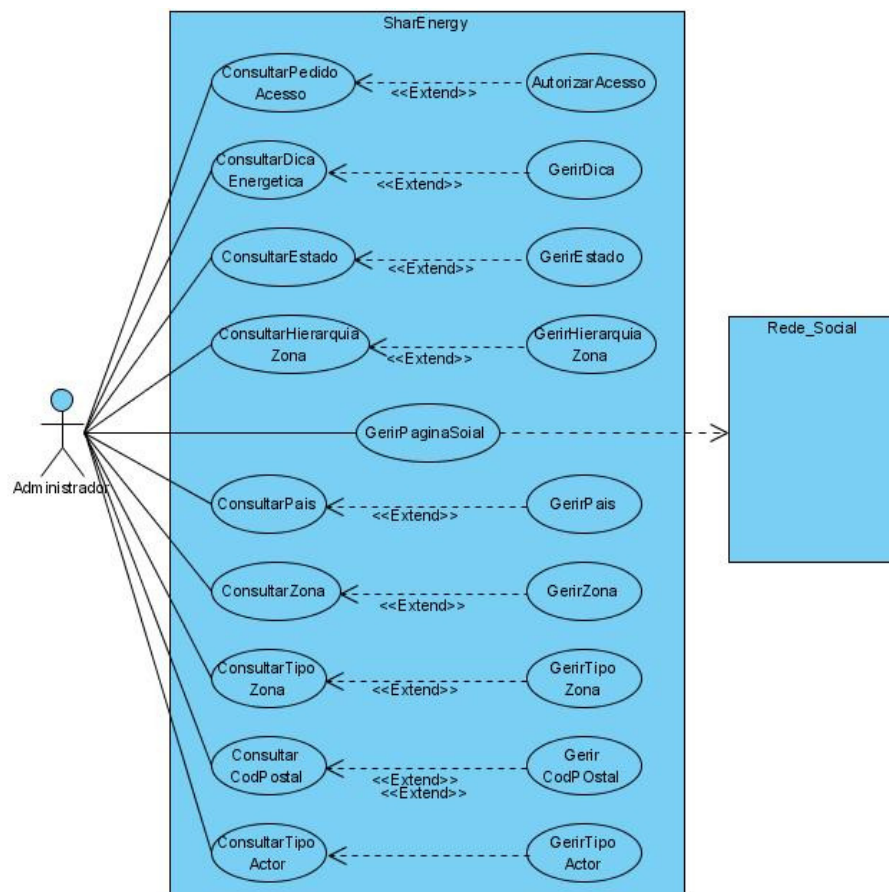


Figura 3.8 – Casos de Uso para o actor Administrador

O *Administrador* tem ainda a função de gerir os utilizadores, atribuindo-lhes o perfil adequado às funções que desempenham no âmbito do *SharEnergy*. Por fim, o *Administrador* tem ainda disponível a funcionalidade de *Gerir Páginas Sociais*, que lhe permite criar, modificar e apagar dados das redes sociais, nomeadamente sobre o *Facebook* e o *Twitter*.

3.3. Arquitectura Conceptual

O acesso de qualquer utilizador ao *SharEnergy* efectua-se por recurso a uma aplicação dedicada, disponibilizada na *Web*. Essa aplicação é que irá requisitar os vários serviços disponíveis, de modo a garantir as funcionalidades previstas.

Do ponto de vista técnico, a arquitectura implementada, ilustrada pela Figura 3.9, adopta uma arquitectura cliente/servidor [75], em que o servidor se coloca na *Web*, enquanto que os serviços e a aplicação dedicada são disponibilizadas nos clientes.

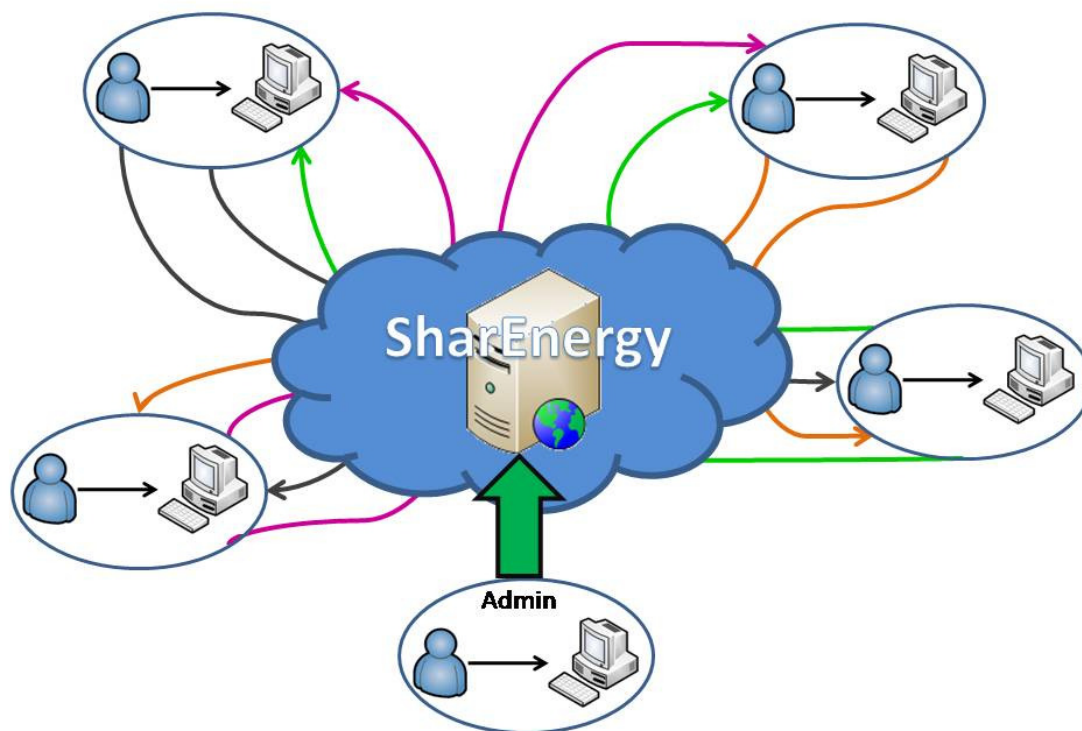


Figura 3.9 – Arquitectura cliente/servidor do SharEnergy

Apresenta-se de seguida, na Figura 3.10, uma descrição mais detalhada do sistema de microgeração onde o SharEnergy se integra. Este sistema é composto por três camadas:

- A *Camada de geração* é a zona onde se centra a aquisição de valores. Se a geração for proveniente de fontes tradicionais, como solar, eólica, entre outras, a aquisição pode ser efectuada, por exemplo, através de um *smartmeter*¹². Para fontes de energia cinética (movimento das pessoas) a aquisição é feita através de um *smartphone*, com uma aplicação dedicada, que também oferece ao utilizador o controlo sobre a microgeração.

Após recolhidos os valores de geração, esta camada actua como cliente na comunicação de valores para a camada superior, a camada de processamento.

¹² Instrumento de medição de energia eléctrica que efectua, com um elevado grau de precisão e de fiabilidade, leituras dos valores energéticos tanto de consumo como de geração. Permite também a comunicação dos valores, em tempo real, com entidades externas.

- Na *Camada de Processamento* reside a inteligência da geração. Aqui podem-se configurar objectivos energéticos, analisar os consumos vs a geração e gerir planos de produção para os diferentes meios. Esta camada oferece uma interface cliente de comunicação com o servidor *Web* da camada superior.
- A *Camada de Transferência* é onde está definido o *SharEnergy*.

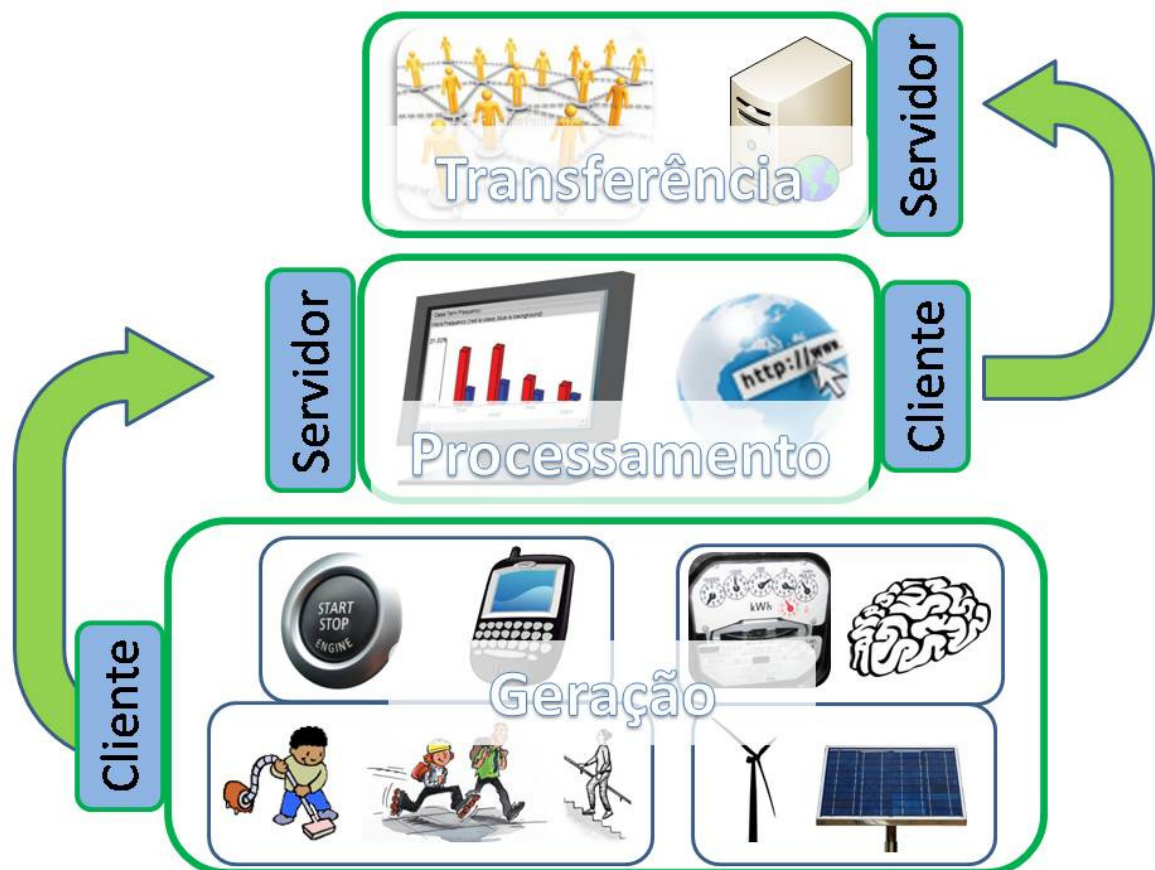


Figura 3.10 – Arquitectura completa do Sistema de Geração

4. Implementação do SharEnergy

O presente capítulo versa sobre a implementação do *SharEnergy*. Nesse contexto, serão tratados, entre outros, aspectos relativos às tecnologias adoptadas, sobre a estrutura utilizada na troca e processamento de informação e, ainda, sobre os dados a processar. Para além destes aspectos, serão também analisados alguns dos cenários mais relevantes do *SharEnergy*.

Para melhor enquadramento do capítulo, importa realçar dois aspectos:

- Apesar de a implementação do *SharEnergy* estar concebida para qualquer cenário energético, nacional ou internacional, os cenários de aplicação realizados basearam-se nos parâmetros energéticos do cenário português. Quer isto dizer que o *SharEnergy* tem a sua estrutura de dados optimizada para o cenário eléctrico português.
- A rede social do *SharEnergy* é conseguida com base em duas redes sociais já existentes: *Facebook* e *Twitter*. Tendo em conta a universalidade, a consistência e a versatilidade destas duas redes, não fazia sentido enveredar pela implementação de uma rede social de raiz.

4.1. Tecnologia

Em princípio, as especificações do *SharEnergy* poderiam ser concretizadas por recurso a várias tecnologias existentes no mercado. No entanto, como o contexto de desenvolvimento do *SharEnergy* teve por base primária um concurso lançado pela Microsoft, são apenas utilizadas ferramentas daquela multinacional, visíveis na Figura 4.1.

O Utilizador pode interagir com o *SharEnergy* fazendo uso de uma interface desenvolvida para esse efeito, interface essa assente na plataforma *Silverlight*, que possibilita a elaboração de aplicações consistentes sobre a internet, melhorando a experiência sentida pelo utilizador, com a navegação.

Após identificar-se no *SharEnergy* e aceder às funcionalidades associadas ao seu perfil, o utilizador vai seleccionando, pela interface, as que pretende executar e obtém respostas devolvidas pelo servidor após o processamento das mesmas. O

processamento baseia-se na *framework Windows Communication Foundation*, que faculta a criação de aplicações orientadas a serviços.



Figura 4.1 – Tecnologias utilizadas na implementação.

Por vezes, o processamento requer armazenamento de valores ou leitura de valores passados. A satisfação desta necessidade é assegurada pelo sistema de gestão de bases de dados relacionais *SQL Server 2008*.

4.2. Metodologia

A implementação do *SharEnergy* está estruturada em três camadas, como ilustrado na Figura 4.2, camadas essas que respondem à metodologia conhecida por *ICE*, *Interface*, *Controlo* e *Entidade*. O objectivo subjacente é ter bem definidas e organizadas a camada da implementação que diz respeito ao input/output, a camada que lida com o processamento e a camada que trata do armazenamento de dados.

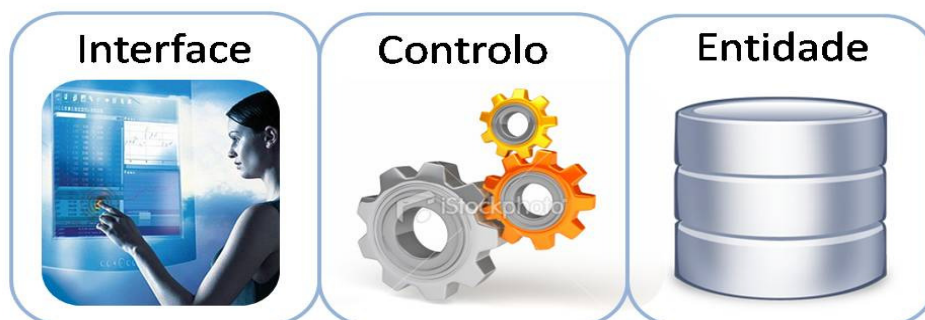


Figura 4.2 – Metodologia ICE.

A *Camada de Interface* fornece a ponte entre o *SharEnergy* e o mundo exterior. É esta camada que recolhe as solicitações do utilizador que, após identificadas, são transmitidas à camada encarregue do respectivo processamento. O resultado do processamento é encaminhado de novo para a *camada de interface*, de modo a ser apresentado ao utilizador.

A *Camada de Controlo* responde pela análise de dados, o processamento de informação e o apuramento de resultados. É função desta, responder de maneira coerente à interação do utilizador e é com justeza que se pode apelidar esta camada de “cérebro” do *SharEnergy*.

A *Camada de Entidade* gere os arquivos do *SharEnergy*, isto é, é nesta camada que se cria, consulta e apaga o repositório de dados. É útil para em tempo oportuno, relembrar conclusões, opções, informações, passadas, tendo em conta que o processamento de dados e respectivo resultado implicam, na maioria dos casos, armazenamento.

4.3. Infra-estrutura do *SharEnergy*

Este ponto considera, em primeiro lugar, uma observação sobre a visão estática da implementação, isto é, quais os seus recursos (classes) e respectivas características. Diz-se estática porque não será possível perceber, através desta vista, a interação entre os recursos. Apenas se conhecerá a caracterização de cada classe em termos de atributos e métodos, e o papel de cada uma delas.

Esta lacuna é ultrapassada recorrendo-se à vista dinâmica, a qual permite conhecer como reage o *SharEnergy* face a estímulos externos, bem como conhecer a cooperação entre os seus recursos para responder aos pedidos externos.

Finalmente, a última observação incide sobre o diagrama de Entidade e Relacionamentos (DER), representação gráfica de uma organização de dados, em contraponto com os ficheiros clássicos¹³. Desta representação gráfica fazem parte as entidades bem como os respectivos atributos. A lógica desta representação é obtida pela definição de relacionamentos entre entidades com base em atributos comuns.

¹³ Sequenciais e Sequenciais indexados

4.3.1. Diagrama de Classes

O Diagrama de Classes, apresentado na Figura 1 do Anexo A, representa as classes que compõem o *SharEnergy* articuladas de modo a patentearem a estrutura do mesmo. Para além das classes é possível visionar as respectivas componentes, bem como o modo de relacionamento entre elas.

As classes pertencentes à *Camada de Interface* têm o propósito de apresentar ao utilizador as funcionalidades do *SharEnergy*. Por se encontrarem nessa camada, detêm apenas a capacidade de recolher e enviar dados ao utilizador.

Quanto ao processamento, esse tem de ser, de acordo com a metodologia *ICE*, executado na *Camada de Controlo*. No entanto, visando responder da melhor maneira à interacção iniciada pelo utilizador, é necessário que as *Camadas de Interface* e de *Controlo* interajam.

Resulta, como consequência, a criação de uma classe na *Camada de Controlo* que interage com uma classe da *Camada de Interface*.

São as seguintes as classes definidas¹⁴:

- *UtilizadorCtrl* interage com a classe *UtilizadorIU*. Têm a função de tratar da consulta e alteração dos dados pessoais de um utilizador, como sejam o nome, o endereço de correio electrónico, a morada e dados de segurança.
- *LoginCtrl* interage com a classe *LoginIU*. O objectivo destas é garantir, com a informação pessoal de um utilizador, a possibilidade de registo, de validação, de início de sessão, entre outras.
- *GeracaoCtrl* interage com a classe *GeracaoIU*. As acções de gestão da microgeração são garantidas por estas classes, tal como vendas e doações de energia e registo dos valores produzidos
- *ConsumoCtrl* interage com a classe *ConsumoIU*. As funcionalidades relativas ao consumo energético são executadas por estas classes. Por exemplo, as funcionalidades de negociação dos parâmetros de consumo, de dar a leitura do gasto energético e de consultar histórico de consumo.

¹⁴ As classes da *Camada de Interface* são identificadas por terem no fim do nome o sufixo *IU*. Por sua vez, as classes da *Camada de Controlo* têm no fim do nome o sufixo *Ctrl*.

- *DistribuidorCtrl* interage com a classe *DistribuidorIU*. Têm à sua responsabilidade conferir a um utilizador *Distribuidor* de energia a possibilidade de executar as funções de autorizar transferências de energia e de emitir avisos de recepção de leituras, entre outras.
- *EventoIU* interage com a classe *EventoCtrl*. Facultam as opções necessárias para a criação de um evento, definição do local de realização e inscrição dos interessados.
- *AdministracaoCtrl* interage com a classe *AdministracaoIU*. Concedem ao *Administrador* do *SharEnergy* a possibilidade de verificar os estados do *SharEnergy* que administra, de alterar informações armazenadas e de autorizar os acessos de novos utilizadores.

A última camada do diagrama de classes, *Camada de Entidade* é exclusiva do repositório dos dados, uma vez que é nesta camada que se encontram classes que irão lidar com a gestão dos dados (visualizar, inserir, alterar, eliminar).

A relação que existe entre a *Camada de Entidade* e a *Camada de Controlo* é de dependência. Isto deve-se ao facto das classes da *Camada de Controlo* necessitarem por vezes, para que a sua execução seja bem sucedida, dos métodos disponibilizados por algumas classes da *Camada de Entidade*.

Por exemplo, numa actividade de iniciar sessão, a classe *LoginCtrl* necessita, para controlar o acesso de um utilizador, de validar os dados introduzidos. Isto só é possível pela comparação com os dados existentes no repositório, que são acedidos apenas pela classe *Actor* da *Camada de Entidade*.

A Tabela 4.1 sistematiza a dependência das classes da *Camada de Controlo* em relação às classes da *Camada de Entidade*.

Não se irá entrar, neste ponto do capítulo, em maior detalhe relativamente aos dados que cada classe da *Camada de Entidade* gere. Deixa-se essa explicação para o ponto 3.3 do presente capítulo, onde é analisado o repositório de dados, uma vez que aí se definiu uma classe por cada tabela do repositório, do que resulta que, ao analisarem-se as tabelas, também se analisam os dados que as classes gerem.

Controlo	Entidade	Controlo	Entidade
LoginCtrl	Actor	DistribuidorCtrl	TipoTarifa
GeracaoCtrl	Geracao		AlterarTarifa
	PotenciaTransferida		PotContratada
	ActorTransferencia		Alterar PotContratada
	TransferenciaEnergia		Distribuidor
	Actor		Alteracao
	Consumo		TransferenciaEnergia
ConsumoCtrl	Consumo		Consumo
	TipoTarifa		ActorTransferencia
	AlterarTarifa		PotenciaTransferida
	PotContratada		Actor
	Alterar PotContratada	AdministracaoCtrl	Actor
	Distribuidor		Distribuidor
	LeiutraContador		CodPostal
	ActorTransferencia		DicaEnergetica
	TransferenciaEnergia		Estado
	PotenciaTransferida		Pais
EventoCtrl	Evento		TipoActor
	Inscricao		TipoZona
UtilizadorCtrl	Actor		Zona
	ZonaAdministrativa		HierarquiaZona
	CodPostal		ZonaAdministrativa

Tabela 4.1 – Relações entre as classes das Camadas de Controlo e Entidade

4.3.2. Diagramas de Sequência

Pelas funcionalidades que oferece, o *SharEnergy* é submetido a estímulos externos, sejam resultantes de um utilizador ou de outra aplicação a si conectada. Para responder a tais estímulos, o modo de operação, a sua vertente dinâmica, são representadas no diagrama de sequência.

Dado que as funcionalidades do *SharEnergy* são expressas pelos casos de uso, organizados em seis diagramas, a ideia é ter a correspondência entre um diagrama de sequência e um caso de uso.

Do elevado número de casos de uso resulta um idêntico número de diagramas de sequência. Devido a este facto, considera-se excessivo e, de algum modo, redundante abordar em detalhe todos os diagramas, pelo que se optou por sujeitar a

análise a um diagrama de sequência de cada diagrama de casos de uso, remetendo os restantes para o anexo C.

De salientar que em algumas das mensagens trocadas entre as classes presentes nos diagramas de sequência, existem parâmetros que estão detalhados no diagrama de classes, apresentado no anexo B.

a) Consultar Geração do Mundo

Na Figura 4.3 encontra-se o diagrama de sequência que corresponde ao caso de uso *Consultar Geração do Mundo*, do actor *Utilizador*.

Descritivamente, a classe *GeracaoIU* está encarregue por disponibilizar ao *Utilizador* o caso de uso em estudo, sendo o seu processamento efectivado pela classe *GeracaoCtrl*. As restantes classes, por pertencerem à Camada de *Entidade* do diagrama de classes, asseguram a gestão dos dados.

De referir ainda que a comunicação entre as classes é feita invocando os métodos que as classes disponibilizam.

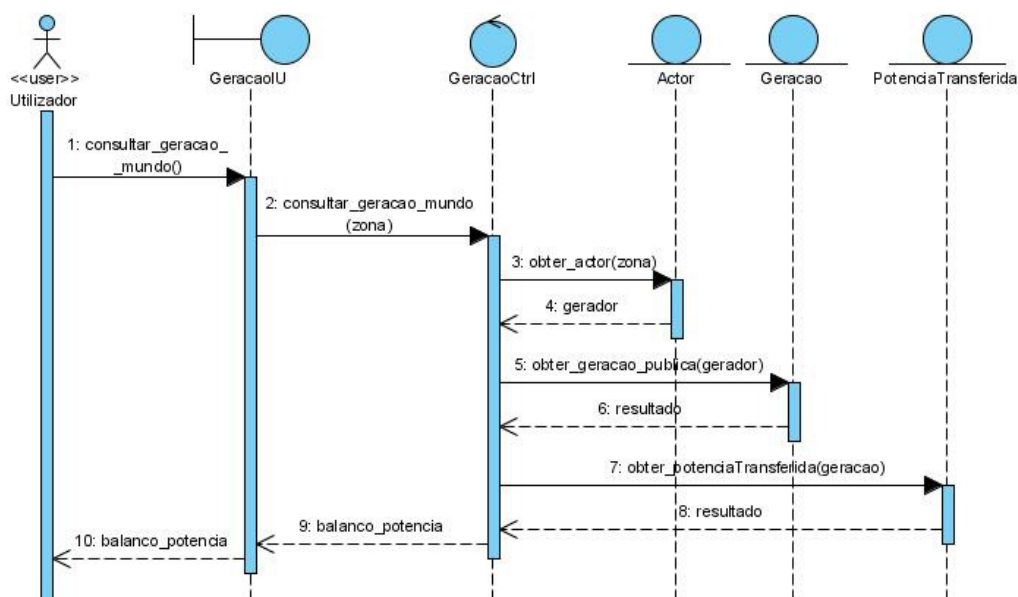


Figura 4.3 - Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Geração do Mundo*

O *Utilizador* começa por indicar a zona da qual pretende saber o valor de energia gerada. Recebendo esta solicitação, o *SharEnergy* identifica os produtores daquela zona. O próximo passo é saber quais os valores de energia gerada por esses produtores identificados. No entanto, visto que um produtor poderá vender, doar energia, é feito um balanço entre a energia gerada e a energia transmitida.

O resultado devolvido ao *Utilizador* é a soma dos balanços individuais dos produtores da zona requerida.

b) Alterar Parâmetro de Consumo

Quanto aos casos de uso disponíveis ao actor *Consumidor*, seleccionou-se o *Alterar Parâmetro de Consumo*, cujo diagrama de sequência se expõe na Figura 4.4.

O *Consumidor* tem à sua disposição, pela classe *ConsumoIU*, funcionalidades que lhe permitem, em acções individualizadas, alterar a tarifa e a potência contratada. O controlo destas alterações é efectuado pela classe *ConsumoCtrl*. As classes *AlterarTarifa* e *AlterarPotContratada* garantem a gestão dos dados.

Se optar por alterar a tarifa, o *Consumidor* transmite ao *SharEnergy* qual a nova tarifa e qual o *Distribuidor* responsável. De modo análogo se pode alterar a potência contratada, informando, não a nova tarifa, mas sim a nova potência contratada.

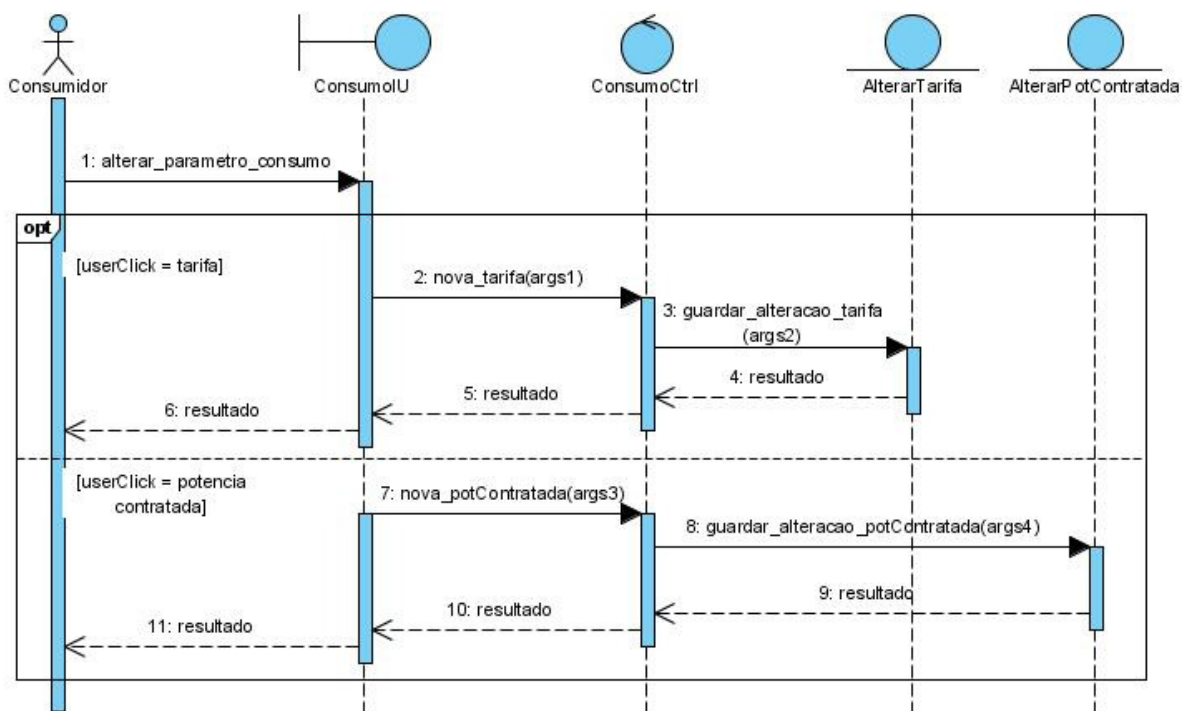


Figura 4.4 - Diagrama de Sequência da funcionalidade *Alterar Parâmetro de Consumo*

Ao tomar conhecimento dessas informações, o *SharEnergy* procede ao registo das alterações e, de seguida, o *Utilizador* é informado se o registo foi efectuado com sucesso ou qual o erro que eventualmente possa ter ocorrido.

c) Vender

A Figura 4.5 refere-se ao diagrama de sequência que ilustra o caso de uso *Vender* definido para o actor *Gerador*.

A classe *GeracaoIU*, que retrata o caso de uso em análise, requer que o *Gerador* indique o valor (potência) que pretende vender, o ganho que pretende obter (preço) e qual o *Distribuidor* que irá realizar o transporte e entrega da energia. Estes dados serão tratados na classe *GeracaoCtrl*.

A primeira acção que esta classe executa é verificar se o *Gerador* realmente dispõe da potência que pretende vender. Caso não seja confirmado, o *Gerador* é notificado da impossibilidade de vender.

Em contraponto, a classe *GeracaoCtrl* trata de armazenar o pedido, auxiliando-se das classes *TransferenciaEnergia* e *ActorTransferencia*.

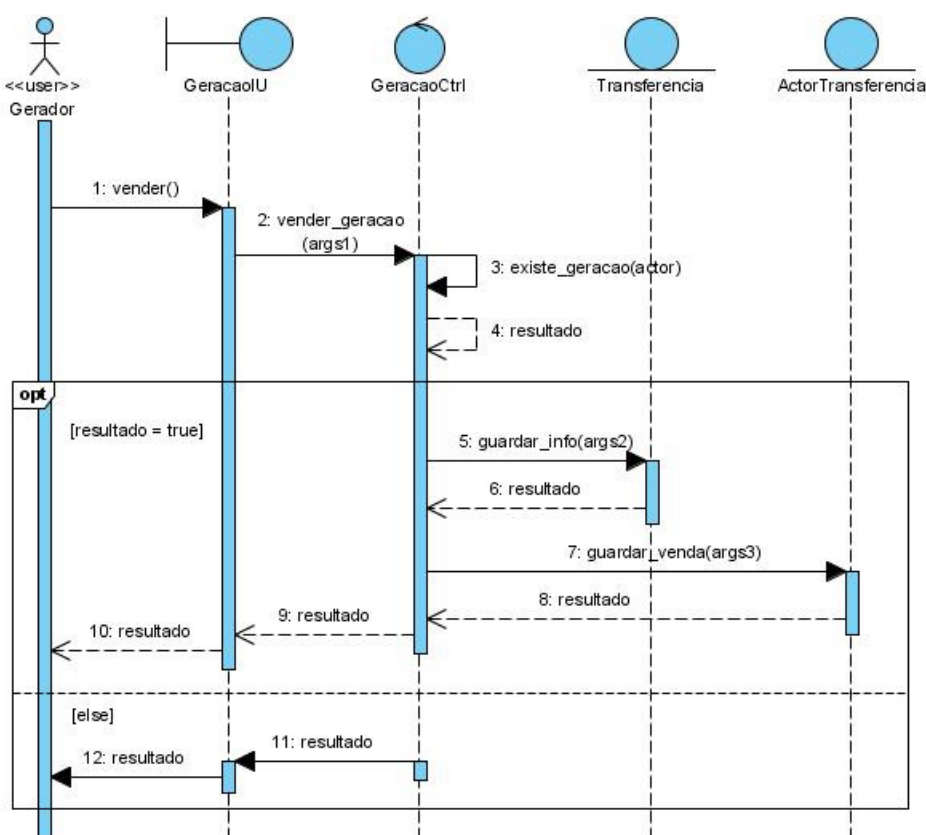


Figura 4.5 - Diagrama de Sequência da funcionalidade *Vender*

Na classe *TransferenciaEnergia* são guardados os detalhes da transferência (venda), bem como a potência que se pretende vender, o preço exigido e o *Distribuidor* seleccionado. O registo de propriedade da venda, isto é, a informação

de quem é o *Gerador* que pediu a venda é guardado na classe *ActorTransferencia*. Ao *Gerador* é comunicado o desfecho do arquivamento do pedido.

d) Autorizar Venda

O caso de uso que se segue é referente ao actor *Distribuidor*. A Figura 4.6 visualiza o respectivo diagrama de sequência.

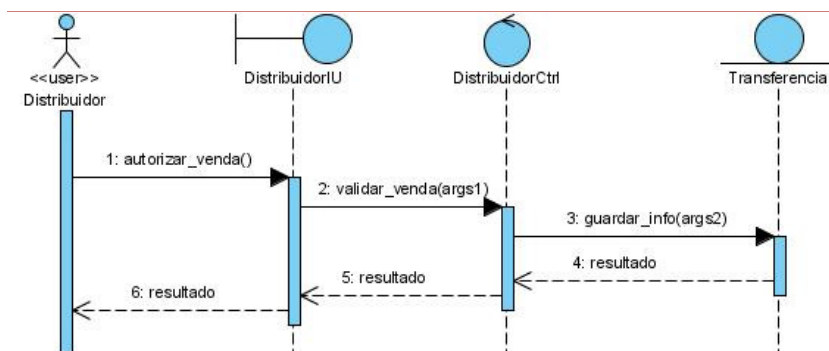


Figura 4.6 - Diagrama de Sequência da funcionalidade *Autorizar Venda*

Para que o *SharEnergy* possa proceder à autorização da venda, o *Distribuidor* tem de o informar da decisão que tomou, isto é, se a autoriza ou não, indicar qual a taxa que irá aplicar pelo transporte de energia e definir a quantidade mínima de energia. Esta quantidade tem de ser especificada, com o objectivo de prevenir compras de energia a valores inviáveis de transporte.

Recolhidas as informações, o *SharEnergy* procede à actualização dos dados respeitantes à venda. Pelo conhecimento do resultado recebido, o *Distribuidor* fica a conhecer em que estado ficou a actualização solicitada.

A classe *DistribuidorIU* disponibiliza ao actor *Distribuidor* a funcionalidade *Autorizar Venda*, ficando o respectivo processamento afecto à classe *DistribuidorCtrl*. Toda a gestão de dados é mantida pela classe *Transferencia*.

e) Gerir Dica

Na Figura 4.7 encontra-se o diagrama de sequência relativo ao caso de uso *Gerir Dica*, do actor *Administrador*.

A classe *AdministracaoIU* oferece várias opções de gestão, em que cada escolha é processada segundo as normas de controlo da classe *AdministracaoCtrl*. A classe *DicaEnergetica* assegura o registo das acções de gestão que são: criar, alterar e eliminar.

Para criar uma nova dica, basta o *Administrador* informar o seu conteúdo e para que tipo de actor se destina. Isto porque não faria sentido uma dica sobre produção ser direccionada a um *Distribuidor*, por exemplo. O passo seguinte é relativo ao arquivo da nova dica, para mais tarde ser visualizada.

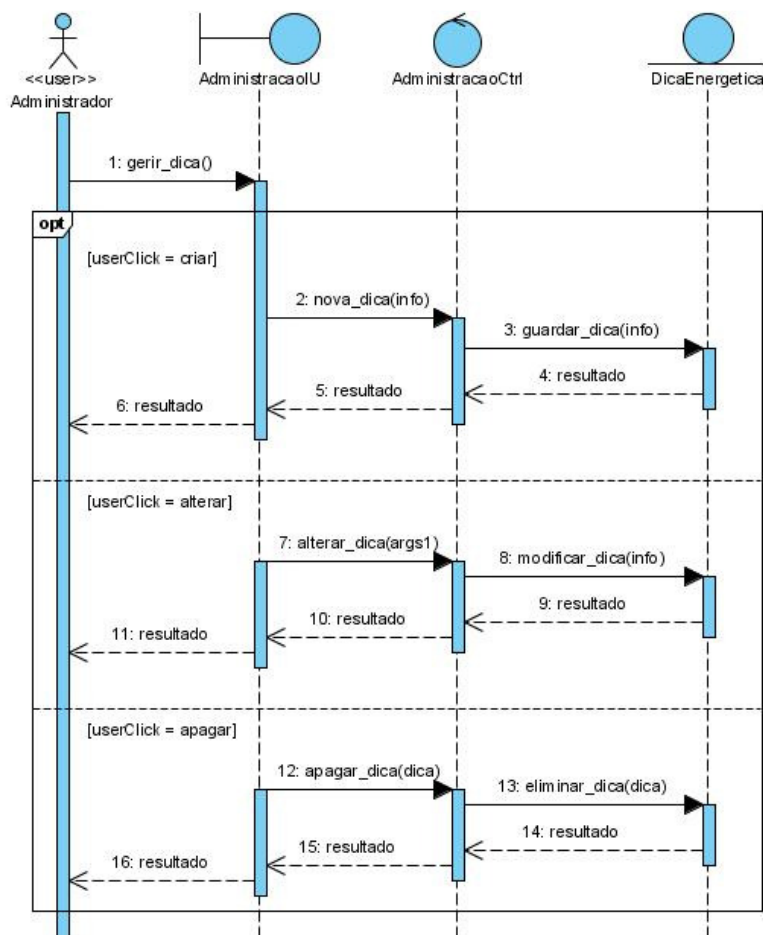


Figura 4.7 - Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Dica*

Se em vez de criar, o *Administrador* pretender alterar uma dica, apenas tem de comunicar quais as alterações a efectuar, no registo inicial dessa mesma dica. Para eliminar alguma dica, é suficiente seleccioná-la. O processo subsequente é a modificação dos arquivos de modo a ficarem registadas as operações de gestão.

Pelo resultado que lhe é apresentado, o *Administrador* fica a saber do sucesso ou insucesso da acção de gestão que efectuou.

4.3.3. Diagrama de Entidade-Relação

O diagrama é composto no total por vinte e sete entidades e encontra-se ilustrado na Figura 1 do Anexo D. Para se justificar a criação destas entidades, ir-se-á analisar para que funcionalidades do *SharEnergy* foram pensadas.

O conjunto de entidades que está exposto na Figura 4.8 tem o propósito de armazenar os dados necessários para a identificação dos actores, através de um *login* reconhecido pelo *SharEnergy*:

- A entidade *Actor* é usada para armazenar os dados referentes aos utilizadores do *SharEnergy*, caracterizando-os com atributos tais como nome, e-mail e residência.
- As entidades *Código Postal* e *Zona Administrativa* detalham os dados da residência.
- A entidade *Tipo de Actor* contém os atributos que definem o perfil associado a cada um dos utilizadores.
- *Dica Energética* é a entidade que armazena as mensagens que o *Administrador* pretende enviar aos utilizadores de acordo com o respectivo perfil. Define-se, por esta razão, uma relação entre as entidades *Dica Energética* e o *Tipo de Actor*.

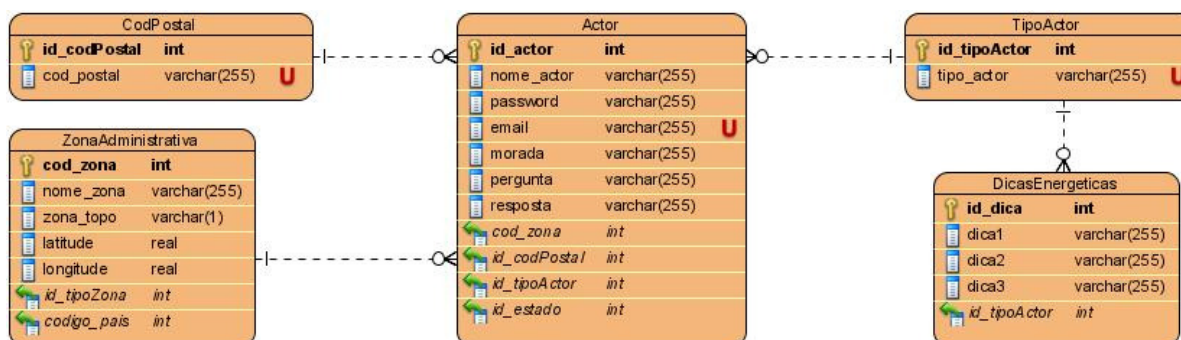


Figura 4.8 - Entidades criadas para caracterizar um actor.

A caracterização da escalabilidade social no *SharEnergy* está suportada nas entidades retratadas na Figura 4.9:

- A entidade *Zona Administrativa* contém informação relativa aos dados das unidades administrativas das áreas geográficas.
- Da *Hierarquia da Zona* constam dados que permitem assegurar a escalabilidade do *SharEnergy*, uma das suas características mais relevantes.
- As entidades *Tipo de Zona* e *País* permitem a generalização dessa escalabilidade, ao preverem a organização administrativa adaptável a qualquer país. Tomando Portugal como exemplo, é possível escalar dos

condomínios para as Juntas de Freguesia, destas para os Concelhos e destes para os Distritos, que são, no caso português, as unidades administrativas de topo em que o país se divide administrativamente.

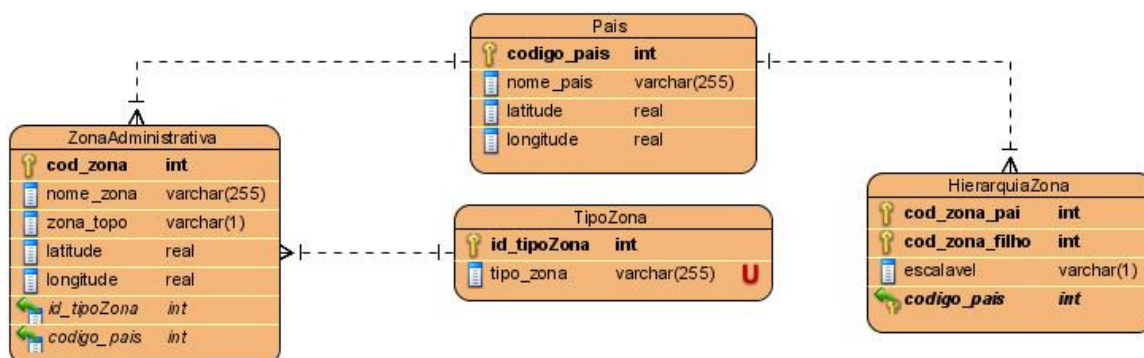


Figura 4.9 - Entidades criadas para caracterizar a escalabilidade do SharEnergy

Neste contexto, um actor que pretenda enquadrar-se numa zona administrativa, começa por identificar o país e são, então, sucessivamente identificadas as zonas correspondentes à divisão territorial em causa.

A zona imediatamente associada ao utilizador é a mais baixa na escala. Tomando Portugal como exemplo, e como ficou acima dito, o utilizador escolhe o país e vai descendo para o Distrito, depois para o Concelho e, finalmente, para a Freguesia.

A Figura 4.10 mostra as entidades que suportam os valores relativos à microgeração:

- A entidade *Geração* armazena o valor energético e respectivo período de geração.
- *Potência Transferida* é a entidade que permite conhecer as quantidades de energia transferidas, bem como o respectivo motivo.

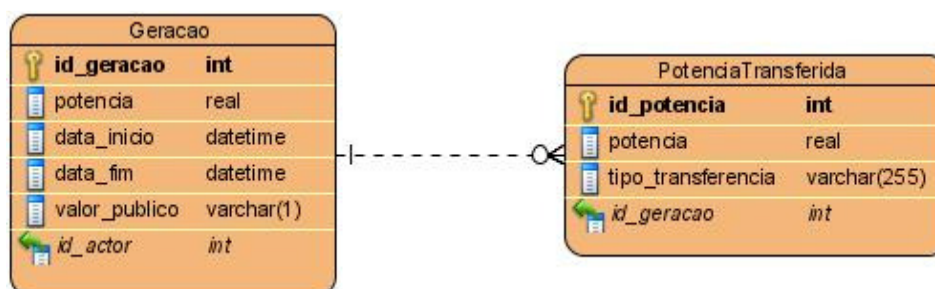


Figura 4.10 - Entidades criadas para caracterizar a geração do Utilizador

Devido à natureza diversificada dos dados necessários para a definição do consumo energético, foram criadas quatro diferentes entidades:

- A entidade *Consumo* armazena os dados relativos aos consumos verificados em determinado período.
- As entidades *Tipo de Tarifa* e *Potência Contratada* arquivam os dados técnicos que caracterizam o consumo.
- *Distribuidor* é a entidade que contém os dados identificativos dos distribuidores de energia.

A Figura 4.11 apresenta ainda outras entidades, nomeadamente *Alterar Tarifa*, *Alterar Potência Contratada* e *Leitura Consumo*. Estas armazenam, respectivamente, os dados relativos à alteração dos parâmetros de consumo e das leituras que o *Consumidor* fornece.

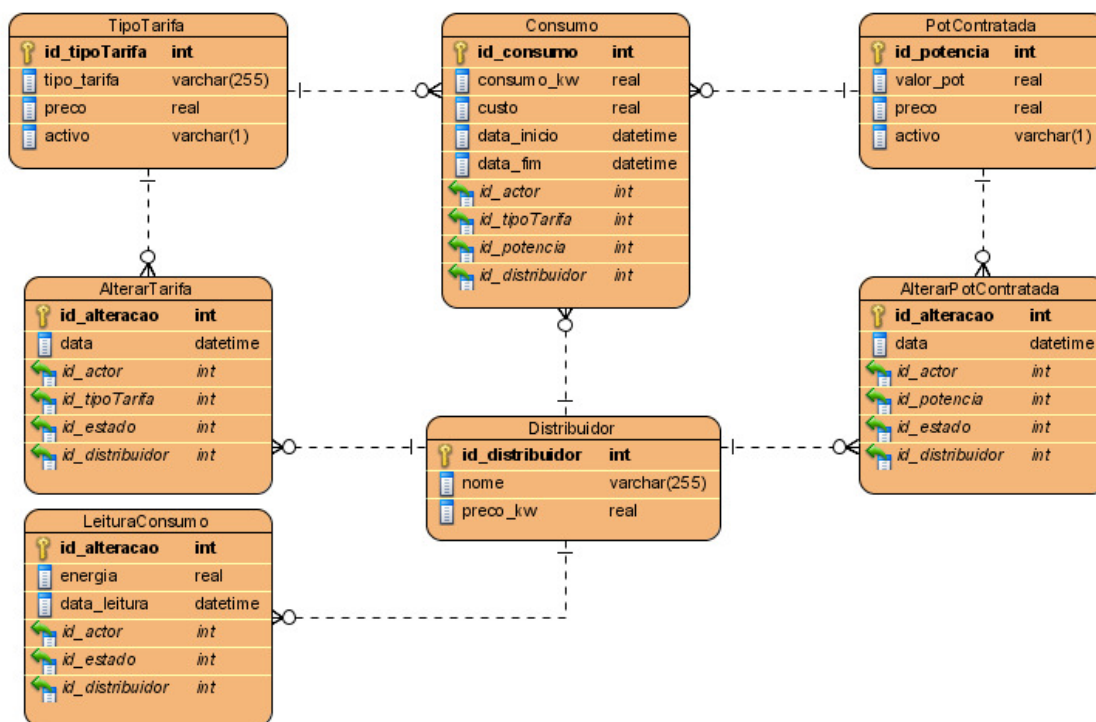


Figura 4.11 - Entidades criadas para caracterizar o consumo do Utilizador

Um dos objectivos mais relevantes do *SharEnergy* é a transferência de energia. A respectiva informação encontra-se arquivada nas duas entidades apresentadas na Figura 4.12:

- A entidade *Transferência* contém os dados que caracterizam uma transferência de energia.
- Mas, sendo a transferência de energia uma acção que envolve dois ou mais participantes, é necessária a identificação dos mesmos. A entidade *Actor da Transferência* dá resposta a essa necessidade, mantendo a identificação dos intervenientes na transferência.

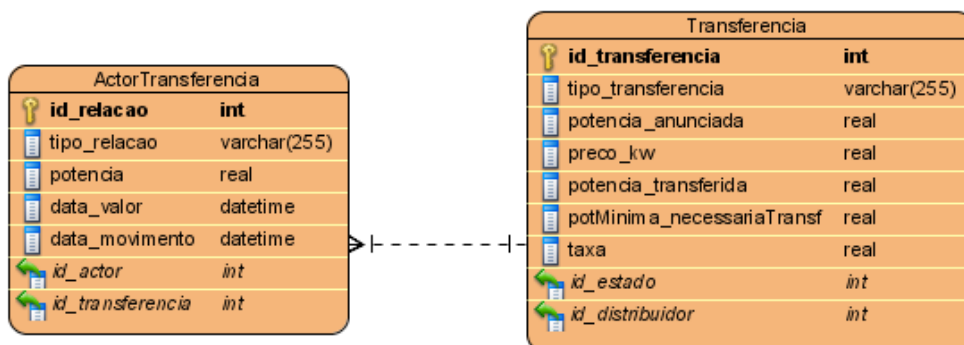


Figura 4.12 - Entidades criadas para caracterizar as transferências de energia.

Quanto à possibilidade de armazenar os detalhes alusivos aos eventos que o *SharEnergy* permite organizar e gerir, a Figura 4.13 evidencia que as entidades *Evento* e *Inscrição* respondem aos objectivos relativos a essa funcionalidade:

- *Evento* é a entidade que representa os pormenores próprios de um evento.
- *Inscrição* é a entidade usada para registar os dados dos utilizadores que pretendam participar nos eventos definidos.

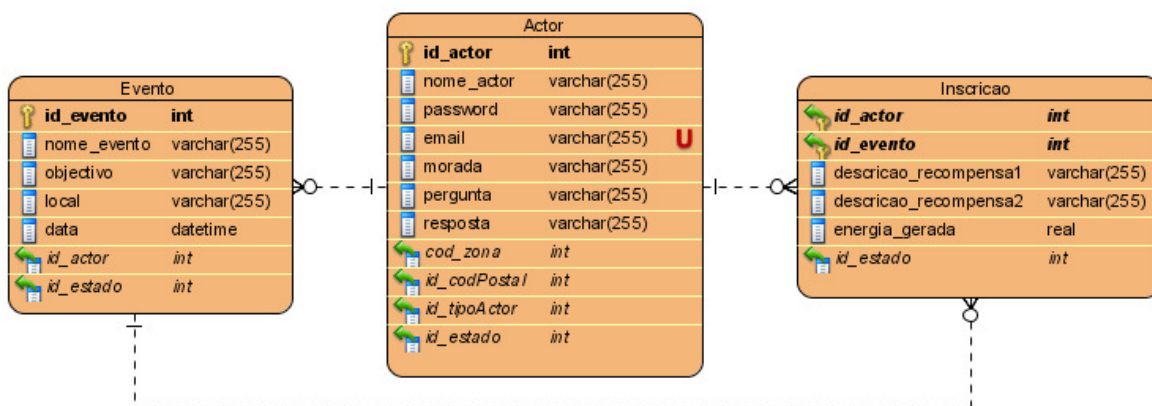


Figura 4.13 - Entidades criadas para caracterizar os Eventos

Finalizando este subcapítulo, encontra-se a entidade *Estado*, Figura 4.14. Trata-se de uma entidade generalizada à evolução de quase todas as funcionalidades, entidade essa que regista a situação em que, a cada instante, se encontram a maior parte das funcionalidades do *SharEnergy*.



Figura 4.14 – Entidade criada para caracterizar o Estado

Alguns casos, como exemplo de possíveis situações:

- Uma transferência pode estar na situação de *registada*, *concluída*, ou *cancelada*. Essa informação constará da entidade *Estado*.
- Um utilizador ao registar-se tem de aguardar autorização do *Administrador*. A situação da resposta será verificada na entidade *Estado*.
- Um pedido de alteração de tarifa também fica a aguardar autorização. A evolução desta situação encontra-se registada na entidade *Estado*.

4.4. Cenários de Validação do SharEnergy

Neste capítulo definem-se os cenários de aplicação do *SharEnergy*, com o objectivo de demonstrar a sua aplicação.

4.4.1. Venda de Energia

O primeiro cenário retrata a possibilidade de um produtor independente proceder à venda de energia. Esse produtor começa por aceder ao *SharEnergy* através de um *browser*.

A Figura 4.15 apresenta o ecrã de boas-vindas. Nesta página, o produtor dispõe de duas opções: *Login* e *Visit World*, que servem, respectivamente, para a identificação do utilizador e para consultar toda a energia gerada pelos produtores registados.



Figura 4.15 – Ecrã de Boas-Vindas do SharEnergy

A opção de *Login* permite ainda ao produtor efectuar o seu registo no *SharEnergy*. Esta possibilidade encontra-se retratada na Figura 4.16, o ecrã de registo, disponibilizado para novos utilizadores.

Figura 4.16 - Ecrã de Registo do SharEnergy

É então requerido ao produtor o preenchimento de um formulário, em que constam alguns dados de identificação, como nome, morada, *e-mail* e endereço. Para além destes dados são requeridos ainda o código postal, a zona administrativa e o perfil pretendido, dados esses a seleccionar de uma lista de valores apresentada.

Para o produtor seleccionar a sua zona administrativa, tem de começar por indicar o *país* a que pertence. Após recolhido o país do produtor, o *SharEnergy* apresenta as zonas hierárquicas de topo, caracterizadas adequadamente¹⁵. Partindo do País, requer a identificação do Distrito e, deste, a identificação do Concelho e, finalmente, a da Freguesia. Após inserir e escolher os dados referentes à localização, a mesma é visualizada no mapa que se encontra na parte direita do ecrã.

Cumprida a fase de registo no *SharEnergy*, o produtor dispõe de condições que lhe permitem efectuar com sucesso o *Login*. Sendo bem sucedido nesta acção, é-lhe então permitido passar para o ecrã apresentado na Figura 4.17, onde se encontra a funcionalidade desejada: vender energia (*Sell*).



Figura 4.17 - Ecrã principal de navegação (Home) do SharEnergy

Como se pode verificar, ficam à disposição do produtor diversas estatísticas relativas ao consumo e geração, bem como outras informações provenientes da rede social integrada no *SharEnergy* (notícias, mensagens de amigos, etc.). O acesso a esta rede social é também facilitado pela utilização deste ecrã. No final do ecrã, encontram-se colocadas as dicas enviadas pelo *Administrador* do *SharEnergy* aos produtores aderentes.

¹⁵ A Figura 4.16 salienta que essa organização é dinâmica, isto é, varia consoante o país. Tratando-se de Portugal, a organização será Distrito/Concelho/Freguesia.

Voltando ao caso de aplicação em análise, o produtor tem de seleccionar *Sell*, no submenu das transferências, acedendo então ao ecrã ilustrado pela Figura 4.18.



Figura 4.18 - Ecrã de venda de energia

Verifica-se que à esquerda do ecrã é possível consultar o estado geral da venda: se o *Distribuidor* já a autorizou, o que ainda resta de energia, qual o lucro.

No lado direito do ecrã consta a informação relativa à concretização do acto de vender. É suficiente indicar a quantidade, o preço desejado por kWh e qual o *Distribuidor*. Se o *SharEnergy* reconhecer que o produtor tem a energia anunciada para a venda, os dados são então armazenados e podem ser visualizados na parte esquerda do ecrã.

4.4.2. Monitorização Energética

Outro cenário de aplicação está reservado à monitorização energética, isto é, à possibilidade de se consultarem os consumos realizados. A Figura 4.19 ilustra esta situação.

O gráfico dispõe a informação referente ao consumo do ano corrente, condicionado à existência de valores em arquivo. A informação pode ser organizada por outros períodos, como se verifica abaixo do gráfico.

No topo do ecrã, encontra-se outras opções relativas aos consumos, nomeadamente, inserir novo valor de consumo (*New Value*), comunicar a leitura do contador (*Readings*) e alterar parâmetros de consumo (*Negotiate*).

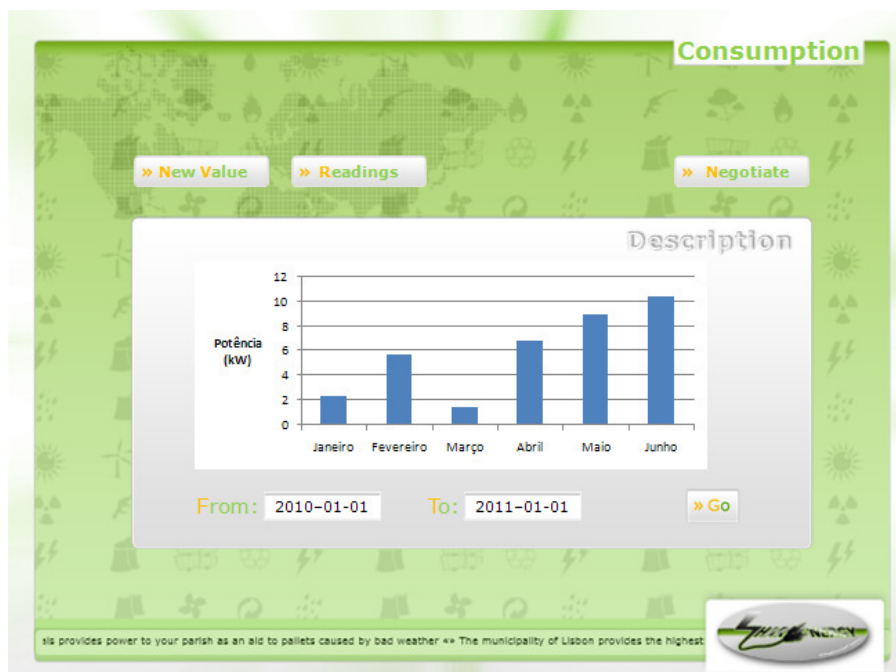


Figura 4.19 – Ecrã de consulta de consumos energéticos

Um *Consumidor* ao recepcionar a factura de consumo enviada pelo seu fornecedor, pode, se assim o entender, introduzir os dados requeridos pelo *SharEnergy* para futuramente efectuar uma consulta. Na Figura 4.20 verifica-se a localização onde a inserção de consumos poderá ser concretizada. Os valores requeridos são o valor consumido e o seu custo, o período a que se refere e os parâmetros que definem a condição de consumo.

Consumption

New Values

Consumed Power (kW)

Cost (€)

Distributor

Tariff (€)

Hired Power (kW)

From: YYYY-MM-DD To: YYYY-MM-DD

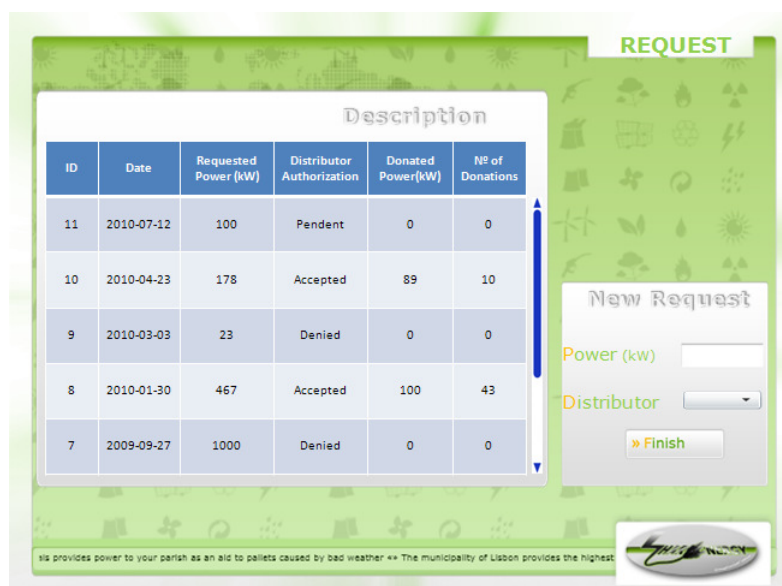
» Finish

sis provides power to your parish as an aid to pellets caused by bad weather « The municipality of Lisbon provides the highest

Figura 4.20 - Ecrã de inserção de consumos de energia

4.4.3. Pedir Energia

Admita-se agora que um *Consumidor* se vê na iminência de, ao receber a factura energética mensal, constatar a impossibilidade de saldar a próxima factura. Uma possível solução é a funcionalidade de pedir energia, nas condições que se descrevem.



The screenshot shows a web interface titled 'REQUEST'. It features a table with the following data:

ID	Date	Requested Power (kW)	Distributor Authorization	Donated Power(kW)	Nº of Donations
11	2010-07-12	100	Pendent	0	0
10	2010-04-23	178	Accepted	89	10
9	2010-03-03	23	Denied	0	0
8	2010-01-30	467	Accepted	100	43
7	2009-09-27	1000	Denied	0	0

To the right of the table is a 'New Request' form with fields for 'Power (kW)' and 'Distributor', and a 'Finish' button. The background of the interface is green with various energy-related icons.

Figura 4.21 - Ecrã de solicitação de energia

Após o *login* bem sucedido, o *Consumidor* acede ao ecrã apresentado na Figura 4.17 e selecciona *Request* no submenu das transferências, sendo então direccionado para o ecrã representado na Figura 4.21. Caso existam pedidos passados, a situação dos mesmos é visualizada conforme a tabela que aparece no lado esquerdo do ecrã.

Nessa zona recolhem-se, entre outras, informações relativas à autorização por parte do *Distribuidor* e a quantidade de energia já doada. À direita, o *Consumidor* dispõe de um pequeno formulário para efectuar o pedido de energia.

4.4.4. Doação de Energia

Do caso de aplicação anterior decorre, logicamente, o caso de resposta ao pedido de energia, i.e., um produtor responder ao pedido com uma doação.

Na Figura 4.22 encontra-se ilustrado o ecrã onde podem ser registados os dados referentes a uma doação de energia. Este procedimento é executado apenas por um produtor.



Figura 4.22 - Ecrã de doação de energia

Pela tabela apresentada no ecrã, é possível observar os pormenores dos pedidos lançados pelos *Consumidores*. No formulário à direita do ecrã, o produtor indica qual o pedido que deseja satisfazer, como também a potência que deseja doar. Para concluir a sua boa acção, tem de pressionar o botão *Finish*.

4.4.5. Criação de um Evento

Um cenário de aplicação que é também interessante abordar é a criação de um evento como, por exemplo, lançar uma competição pelo maior valor energético gerado.



Figura 4.23 - Ecrã de acesso às funcionalidades relativas aos eventos do SharEnergy

Após iniciada a sua sessão, um produtor acede, pela página inicial do *SharEnergy*, à área dos eventos. Nessa área, Figura 4.23, estão expostos os conteúdos para:

- Consultar os eventos existentes, através da tabela visível na Figura 4.23.
- Gerir os eventos que estão à sua responsabilidade, pressionando o botão (*Manage*). Ganha acesso às funcionalidades de publicação de resultados e conclusão de um evento.
- Efectuar inscrições (*Subscribe*). Tem de primeiro seleccionar o evento e depois pressionar o botão *Finish*.
- Criar um evento (*New Event*).

Digitando o botão *New Event*, o produtor é redireccionado para a página representada pela Figura 4.24. A definição de um novo evento requer o preenchimento dos campos do formulário apresentado, nomeadamente, nome, lugar e data da sua concretização e breve descrição do que irá acontecer.

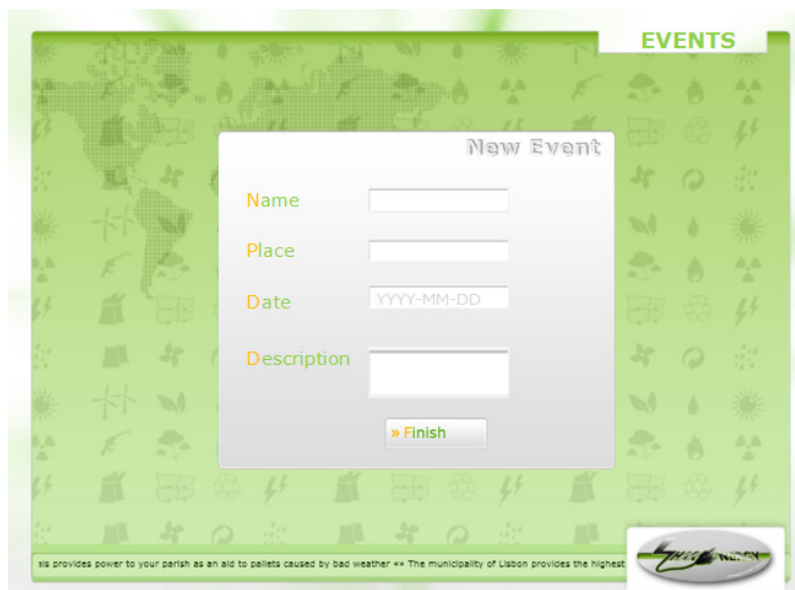


Figura 4.24 - Ecrã de criação de uma actividade do SharEnergy

Após a inspecção das operações realizadas, a criação é finalmente concretizada pelo botão *Finish*, voltando-se em seguida ao ecrã da Figura 4.23 onde é já visível o novo evento.

4.4.6. Microgeração Escalável

O último cenário de aplicação, reservado a um dos objectivos deste documento, é a promoção da microgeração pessoal de energia numa dimensão social escalável.



Figura 4.25 - Ecrã de ilustração da dimensão social do SharEnergy

Pela Figura 4.25 observam-se valores ilustrativos do grau energético alcançado pelos grupos de uma determinada dimensão social. Os valores apresentados são o resultado da soma aplicada às microgerações individuais dos produtores.

À esquerda do ecrã, encontra-se um zoom graduado para as diferentes dimensões sociais, resultando a graduação numa visão da escalabilidade.

A consulta da escalabilidade está limitada, por um lado, pela dimensão inferior, onde se pode observar a microgeração pessoal e, por outro lado, pela dimensão superior, onde se pode consultar a microgeração por países.

Observando a microgeração deste modo, pelo todo e não individualmente, verifica-se o potencial que nela reside.

5. Conclusão

O homem, na sua procura permanente de melhorar, de imediato, as suas condições de vida, toma por vezes opções que podem provocar, em tempos subsequentes, um impacto ambiental de tal modo negativo que a habitabilidade do planeta Terra pode ficar seriamente comprometida.

Neste aspecto, não é de menos importância o resultado derivado da tecnologia a que o ser humano recorre para garantir a sua actividade diária. Não propriamente da tecnologia em si mesma, mas sim da produção e aplicação da energia necessária para manter as infra-estruturas tecnológicas que asseguram o progresso e o bem-estar geral do ser humano.

No entanto, e em contraponto, surgiu e foi crescendo uma consciência colectiva sobre a necessidade de se alterar o modo de abordar a energia, desde a produção até ao consumo. Esta consciência tem levado à procura progressiva de novos sistemas, tanto eléctricos como informáticos que, entre outros objectivos, permitam levar o consumidor final a um uso eficiente da energia, que levem o distribuidor de energia à prestação de um serviço fiável e com reduzidas perdas, que promovam a microgeração, auxiliando na transição de fontes não renováveis para fontes renováveis.

O Sistema *SharEnergy* enquadra-se precisamente nesta consciência de que é necessário inverter, quanto possível, visto que o principal objectivo deste sistema é iniciar, contabilizar e controlar os dados envolvidos, nas transferências de energia em cenários sociais escaláveis.

A perspectiva abordada pelo *SharEnergy* apresenta uma vantagem relativamente a outros sistemas especializados no controlo de consumos.

Com o *SharEnergy* está-se perante um sistema que percorre verticalmente todas as etapas da microgeração, desde a produção até ao consumo, passando pela distribuição, doação, facturação e indicadores estatísticos.

Resumindo as funcionalidades disponibilizadas pelo *SharEnergy*, importa relembrar alguns exemplos:

- Um produtor de energia poderá obter uma maior rentabilidade económica com a venda da sua microgeração, utilizando os serviços do distribuidor que lhe ofereça melhores condições, admitindo que há concorrência entre os vários distribuidores registados no SharEnergy.
- Uma organização não governamental de solidariedade poderá pedir energia eléctrica a um produtor, obtendo deste modo condições para manter as suas actividades de assistência social aos mais desfavorecidos.
- Um produtor de energia também poderá utilizar o seu produto como moeda de troca por serviços que outros utilizadores do sistema disponibilizam.
- Um consumidor pode negociar parâmetros de consumo com o seu distribuidor.
- Um produtor/consumidor tem facilitada a gestão dos recursos eléctricos, porque tem disponível em simultâneo, os valores respectivos de consumo e produção.
- Os utilizadores têm disponível uma rede social, onde é possível informarem-se sobre casos de sucesso, ler artigos, levantar questões de interesse comum.
- Os utilizadores do *SharEnergy* podem organizar eventos, aceitar inscrições, atribuir prémios, bem como, neste contexto, lançar reptos para cumprimento de metas definidas para a produção.
- Qualquer utilizador do *SharEnergy* tem a informação clara do potencial de energia que pode ser produzida.

Este ponto contribui para que se ganhe a consciência de que, na microgeração, as reduzidas quantidades produzidas individualmente ganham uma dimensão completamente diferente quando lançadas numa rede, obtendo-se um todo considerável, cuja utilização ganha consistência, com aplicação, por exemplo, num prédio, num bairro, numa cidade, num país, segundo uma escalabilidade social.

5.1. Contribuições do Trabalho Desenvolvido

A realidade energética tem sofrido, ao longo da história, algumas mutações, mas actualmente essas mutações assumem um significado muito maior, particularmente no que diz respeito às energias renováveis.

De acordo com conceitos em que se suporta o *SharEnergy*, a energia deixa de ser uma produção centralizada para se tornar num bem produzido em modo descentralizado, a acrescer ao facto de o consumidor final poder ser também produtor, microgeração [76].

Há, no entanto, qualquer que seja o sistema (eléctrico, computacional), a necessidade de um sistema de controlo [77], que permita equilibrar o fornecimento de energia eléctrica, face a eventuais sobrecargas, permita detectar avarias, contabilizar a sua produção e transmissão, de entre outras actividades. O *SharEnergy* propõe-se dar um contributo nesta direcção, uma vez que no conjunto das funcionalidades definidas está prevista, por exemplo, a autorização de transferências de energia. Complementarmente, pelo acesso à base de dados, existem as funcionalidades que fornecem as quantidades envolvidas na microgeração e consumo de energia eléctrica.

Outra componente relevante do *SharEnergy* é a sua integração com as redes sociais que, de entre outras funcionalidades anteriormente referidas, pode ser veículo de consciencialização dos visitantes para a necessidade de se recorrer cada vez mais a energias renováveis.

Não será despiciendo informar que o autor do presente trabalho participou em duas edições do concurso internacional *Imagine Cup*, da Microsoft, a competição mundial mais prestigiada na apresentação de soluções desenvolvidas por estudantes na área de tecnologias de informação. Na primeira edição, 2009, o autor fez parte de uma equipa que participou com um projecto para a gestão de energia pessoal. O júri da competição ganhou interesse por um particular módulo do projecto, publicação e transferência de valores de energia, facto que motivou o autor a participar numa segunda vez na competição, em 2010. Desta vez foi focado apenas esse módulo, cujo resultado se transformou no sistema aqui apresentado, o *SharEnergy*.

Historiando brevemente essas participações, há dois pontos a reter, em termos de resultados na competição:

- Na edição de 2009, o grupo obteve o 1º prémio nacional, tendo, em consequência, o privilégio de representar Portugal a nível internacional.
- Na edição de 2010, a equipa obteve o 4º lugar a nível internacional, com a apresentação da aplicação instalada num servidor temporariamente alocado para a competição.

5.2. Perspectivas Futuras

Michelangelo di Lodovico Buonarroti Simoni, conhecido artista pela sua obra no tecto da Capela Sistina, transmitiu-nos também o que poderemos considerar uma filosofia de vida resumida na seguinte frase: *“Detalhes fazem a perfeição e a perfeição não é um detalhe.”*

Neste contexto, uma possível tentativa de chegar à perfeição, embora utópica, seria adicionar ao trabalho desenvolvido os seguintes detalhes:

- *Implementar uma calculadora de ROI¹⁶*, aplicada à microgeração de energia. Com base nas informações do utilizador relativas à zona do país onde pretende efectuar uma instalação, bem como a área útil que disponibiliza, esta calculadora estaria em condições de elaborar um orçamento para os métodos de microgeração adoptável à situação concreta. Seria calculado o custo de implementação (material, licenças), juntamente com a estimativa dos anos em que o investimento seria recuperado, bem como a identificação dos benefícios que seria possível obter, tanto fiscais como monetários. O objectivo desta calculadora seria dotar os utilizadores com um melhor entendimento sobre a microgeração de energia, esperando-se assim estimular a sua adesão.
- Elaborar o sistema de cobranças do distribuidor. Com esta funcionalidade, e tendo em conta outras anteriormente descritas, como seja negociar parâmetros de consumo, autorizar transferências, o *SharEnergy* tornar-se-ia numa ferramenta muito interessante para o distribuidor, que passaria a dispor

¹⁶ Retorno de Investimento.

de um único sistema informático para interagir com os clientes, com a vantagem de dispor imediatamente de todos os dados devidamente e uniformizados e informatizados.

Desta situação favorável, o distribuidor poderia notificar o cliente directa e fidedignamente dos seus gastos/ganhos energéticos, trabalhando esta vantagem também como ponto de angariar clientes.

- Automatizar por completo o sistema de captura dos valores energéticos. Este detalhe, não é, na realidade, adicionado ao *SharEnergy*.

O que se propõe é terminar com a opção de introduzir manualmente os valores relativos ao consumo e à produção, passando a conhecê-los por indicação de um dispositivo preparado para apresentar uma leitura dos valores de modo fiável e em tempo real, por exemplo, um *smartmeter*.

No entanto, não se pode descurar o registo manual, tendo em conta que, no mercado de energia, não existe ainda grande adesão a este tipo de dispositivos.

- Colaboração com actuadores/sensores do sistema de microgeração. Uma possível maneira de maximizar a microgeração através do *SharEnergy*, passa, em primeiro lugar, por conhecer os valores recolhidos pelos sensores instalados junto ao sistema de microgeração. Após a sua interpretação, o *SharEnergy* actua sobre os dispositivos electromecânicos (actuadores) de modo a rentabilizar a microgeração. Um exemplo disto é a rotação do painel fotovoltaico para uma posição onde a radiação solar tem maior incidência. Da colaboração, também resulta o aumento do valor associado ao *SharEnergy*, esperando-se aumentar a sua viabilidade no mercado energético.
- Utilização da energia como forma de pagamento de serviços, a diversos níveis, tais como gestão de condomínio, taxas de saneamento cobradas pelos Concelhos, ingressos do metro ou eléctrico, visto estes necessitarem de energia, mensalidade de um ginásio ou de um outro tipo de recinto desportivo.

Referências

- [1] R. S. Pindyck, *The Structure of World Energy Demand*: The MIT Press, 1979.
- [2] E. I. Administration, "International Energy Outlook," ed: U.S. Department of Energy, 1997.
- [3] M. Pidwirny. (2006). *The Greenhouse Effect, Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition*. Available:
<http://www.physicalgeography.net/fundamentals/7h.html>
- [4] D. Guggenheim, "An Inconvenient Truth," ed: Paramount Classics, 2006.
- [5] H. D. Keulenaer. (2010). *35 years after the first energy crisis*. Available: <http://knol.google.com/k/hans-de-keulenaer/35-years-after-the-first-energy-crisis/190ut6gh728zd/2>.
- [6] W. Palz, *Energia Solar E Fontes Alternativas*. Sao Paulo: HEMUS, 1995.
- [7] I. E. Agency, *Renewables Information 2010*: OECD Publishing.
- [8] I. E. Agency, *Renewables in Global Energy Supply*. Paris: IEA Publications, 2002.
- [9] B. J. Richardson, " Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change," vol. 2, 1998.
- [10] T. Starner and J. A. Paradiso, "Human Generated Power for Mobile Electronics," 2004.

- [11] H. Kim, *et al.*, "A miniature membrane-less biofuel cell operating under physiological conditions at 0.5V," vol. 2, 2003.
- [12] A. E. Fitzgerald, *et al.*, *Máquinas Eléctricas*: Bookman, 2006.
- [13] C. Kenneally, "Power from the people breaks the hold of batteries and plugs," in *The New York Times*, ed, 2000.
- [14] J. Kymissis, *et al.*, "Parasitic power harvesting in shoes," Pittsburgh, PA , USA 1998.
- [15] J. Mackenzie, "Hiking: A Backpack That Charges Your iPod?," in *Science Daily*, ed: Michigan Technological University, 2007.
- [16] M. Steere, "Are we heading for a human-powered future?," in *CNN.com*, ed, 2008.
- [17] S. B. G. August T. Jaccaci, *CEO: Chief Evolutionary Officer: Leaders Mapping the Future*: Butterworth-Heinemann, 1999.
- [18] G. E. N. Institute, "R. Buckminster Fuller," ed, 2010.
- [19] M. Powers, "Future Energy Development Strategy: The Global Energy Network," California, 2007.
- [20] N. M. Kirby, *et al.*, "HVDC transmission for large offshore wind farms," *Power Engineering Journal*, vol. 16, pp. 135-141, 2002.
- [21] G.-i. Ichihari, "APREC (Asia Pacific Rim Electricity Cooperation)," Hitachi Research Institute 1998.
- [22] P. Meisen, "Spontaneous Cooperation - Decades in the Making," Global Energy Network Institute 2008.

- [23] J. Burton and Hubacek, "Is small beautiful? A multicriteria assessment of small-scale energy technology applications in local governments," 2007.
- [24] F. Silva, *et al.*, "Impact of microgeneration on the Quality of Power: Effect on the voltage waveform," in *Industrial Electronics, 2009. IECON '09. 35th Annual Conference of IEEE*, 2009, pp. 3672-3678.
- [25] S. R. Allen, *et al.*, "Prospects for and barriers to domestic micro-generation: A United Kingdom perspective.," 2008, pp. 528-544.
- [26] A. L. Rodrigues, *Redes de Energia Renovável*: Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2004.
- [27] J. Sucena Paiva, "Redes de Energia Eléctrica – Uma Análise Sistémica," 2005.
- [28] J. Agostinho and J. Humberto, "Microprodução com Sistemas Fotovoltaicos e Eólicos," Vigo, 2009.
- [29] A. Chapuis and E. Jaquet, *The History of the Self-Winding Watch 1770-1931*. Neuchatel: Edition du Griffon, 1956.
- [30] S. R. Vitorino, *et al.*, "Renewable Energy Flashlight," US patent 6,220,719, 2001.
- [31] T. Starner, "Human-powered wearable computing," *IBM Systems Journal*, vol. 35, pp. 618-629, 1996.

- [32] J. A. Paradiso and T. Starner, "Energy scavenging for mobile and wireless electronics," *Pervasive Computing, IEEE*, vol. 4, pp. 18-27, 2005.
- [33] J. M. Donelan, *et al.*, "Biomechanical energy harvesting: Apparatus and method," in *Robotics and Automation, 2008. ICRA 2008. IEEE International Conference on*, 2008, pp. 3672-3677.
- [34] P. Bowes. (2009, Janeiro 2). A gym powered by sweat and tears. *BBC News*. Available: <http://current.com/1ntge4c>
- [35] T. Robbins. (2010, Abril 14). BBC News. *The pedal-powered hotel*. Available: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/8621038.stm>
- [36] A. Applewhite, "IT takes a village," *Spectrum, IEEE*, vol. 40, pp. 40-45, 2003.
- [37] C. Sorrel. (2010, Junho 3). Nokia Announces Bike-Powered Phone Charger. Available:
<http://www.wired.com/gadgetlab/2010/06/nokia-announces-bike-powered-phone-charger/>
- [38] E. Renováveis. (2010, 22 Abril). *Oeste renováveis*. Available:
<http://or.oesterenovaveis.pt/articles.php?lng=fr&pg=64>
- [39] R. Hantula and D. Voegelé, *Science in the Real World: How Do Solar Panels Work?* New York Infobase Publishing, 2010.
- [40] R. Castro, *Introdução à Energia Fotovoltaica*. Lisbon: IST, 2004.

- [41] F. Farret and M. Simões, *Integration of Alternative Sources of Energy* vol. 1: Wiley-IEEE Press 2006.
- [42] A. S. Bahaj, *et al.*, "Urban energy generation: Influence of micro-wind turbine output on electricity consumption in buildings," *Energy and Buildings*, vol. 39, pp. 154-165, Feb 2007.
- [43] T. Burton, *et al.*, *Wind Energy Handbook*: John Wiley & Sons, Ltd, 2001.
- [44] S. Mathew, *Wind energy: fundamentals, resource analysis and economics*: Birkhäuser, 2006.
- [45] P. Gipe, *Wind Energy Basics Revised: A Guide to Home- and Community-scale Wind Energy Systems*, 2nd ed.: Chelsea Green Publishing Company, 2009.
- [46] D. D. Chiras, *The homeowner's guide to renewable energy: achieving energy independence through solar, wind, biomass and hydropower*: New Society Publishers, 2006.
- [47] "Decreto-Lei nº 363/2007," ed: Diário da República, 2 de Novembro de 2007.
- [48] F. M. H. Bello and C. Ravara, "Integração em Edifícios de Sistemas de micro-geração: Análise Tarifária e Económica," IST, Tese de Mestado, 2009.
- [49] P. Paes, *O papel da Microgeração no cenário energético actual*: 9^a Jornada do Ambiente, 28 de Novembro, 2008.

- [50] SMA. (2010, 2 Abril). Company Profile. Available: http://www.sma-america.com/en_US/company/company-profile.html
- [51] SMA, "System Monitoring Flashview 2.3, Technical Description," USA, 2010.
- [52] SunPower. (2010, 23 Maio). Monitoring. Available: <http://us.sunpowercorp.com/residential/products-services/services/monitoring.php>
- [53] Renewbl.com. (2010, 14 Maio). Renewable Energy News. Available: <http://www.renewbl.com/category/software/page/2>
- [54] L. K. Stark. (2010, 19 maio). Solar Update: February 2009. Available: <http://www.starkinsider.com/2009/03/solar-update-february-2009.html>
- [55] Apple Store. *SunPower Monitoring - Solar Electric Home Energy Management System*. Available: <http://itunes.apple.com/us/app/sunpower-monitoring-solar/id310746853?mt=8#>
- [56] R. Hampshire, "Creating Engagement: Peoples' Role in Reducing Carbon Footprint," ed: Logica, 2008.
- [57] Meetering.com. (2008, 27 Junho). Energy saving web service for consumers launched Available: <http://www.logica.com/we-are-logica/media-centre/news/2008/v%C3%A4xj%C3%B6-energi-and-logica-launch-energy-saving-web-service-for-consumers/>

- [58] Google. Google power meter : Overview. Available:
<http://www.google.com/powermeter/about/about.html>
- [59] Microsoft.com. (2010, 12 Julho). Microsoft Hohm. Available:
<http://www.microsoft-hohm.com/>
- [60] N. Eaton. (2009, Junho 24). Microsoft to help local residents track electricity use. *The Microsoft Blog*. Available:
<http://blog.seattlepi.com/microsoft/archives/172106.asp>
- [61] M. LaMonica. (2010, Maio 26). Microsoft Hohm scores home energy efficiency. *News Cnet*. Available:
http://news.cnet.com/8301-11128_3-20005997-54.html
- [62] S. Wasserman and K. Faust, *Social Network Analysis: methods and applications*: Cambridge University Press, 1994.
- [63] D. M. Boyd and N. B. Ellison, "Social network sites: definition, history, and scholarship," *Engineering Management Review, IEEE*, vol. 38, pp. 16-31, 2010.
- [64] PCMAG.com. (2010, 2 Julho). Definition Encyclopedia. Available:
http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t=social+networking+site&i=55316,00.asp
- [65] Microsoft.com. (2010, Abril 18). Microsoft Hohm + Social Networking = Community of Energy Savers. *Microsoft News Center*. Available:

<http://www.microsoft.com/presspass/features/2010/apr10/04-18hohmsocialnetworking.msp>

- [66] DOTUI.com. (2010, 5 Junho). DOT UI Partners with Chico, SAP. Available: <http://www.dotui.com/?p=161>
- [67] L. Sibley. (2010, Junho 13). Dot UI puts social networking spin on energy management. *Cleantech Group*. Available: <http://cleantech.com/news/5493/dot-ui-puts-social-networking-spin>
- [68] EnergyNetwork.com. (2010, 2 de Junho). The dedicated network for the energy industry. Available: <http://www.energy-networks.net/>
- [69] GENI.com. (2010, 23 Julho). Renewable Energy >> Resource Maps >> Europe >> Solar. Available: <http://www.geni.org/globalenergy/library/renewable-energyresources/world/europe/solar-europe/index.shtml>.
- [70] E. Renováveis, "My Energy," 2009.
- [71] R. Castro, "Breve Caracterização do Sistema Eléctrico Nacional," IST2009.
- [72] J. P. T. Saraiva, *et al.*, *Mercados de Electricidade - Regulação e Tarificação de Uso das Redes*: FEUP Edições, 2002.
- [73] EDP.com. (2010, 23 Julho). Sistema Eléctrico Português. Available: <http://www.edp.pt/pt/aedp/sectordeenergia/sistemaelectricoportugues/Pages/SistElectNacional.aspx>

- [74] T. A. Pender, *UML, Weekend Crash Course*. New York: Wiley Publishing Inc., 2002.
- [75] D. Vaskevitch, *Estratégias cliente/servidor*. Berkeley Brasil Editora, 1995.
- [76] N. Hatziaargyriou, *et al.*, "Microgrids for Distributed Generation," vol. 5, Agosto 2007.
- [77] E. Comission, *Towards Smart Power Networks*. Brussels: Office for Official Publications of the European Communities, 2005.

Anexo A – Diagrama de Classes¹⁷



Figura 1 – Diagrama de Classes (1/2)

¹⁷ O objectivo deste anexo é dar a conhecer as relações que há entre as classes do diagrama. Para as conhecer melhor, é necessário a consulta do Anexo B.

A dependência A (seta à esquerda na Figura 2) é a maneira de interligar a Figura 1 com a Figura 2 deste Anexo.

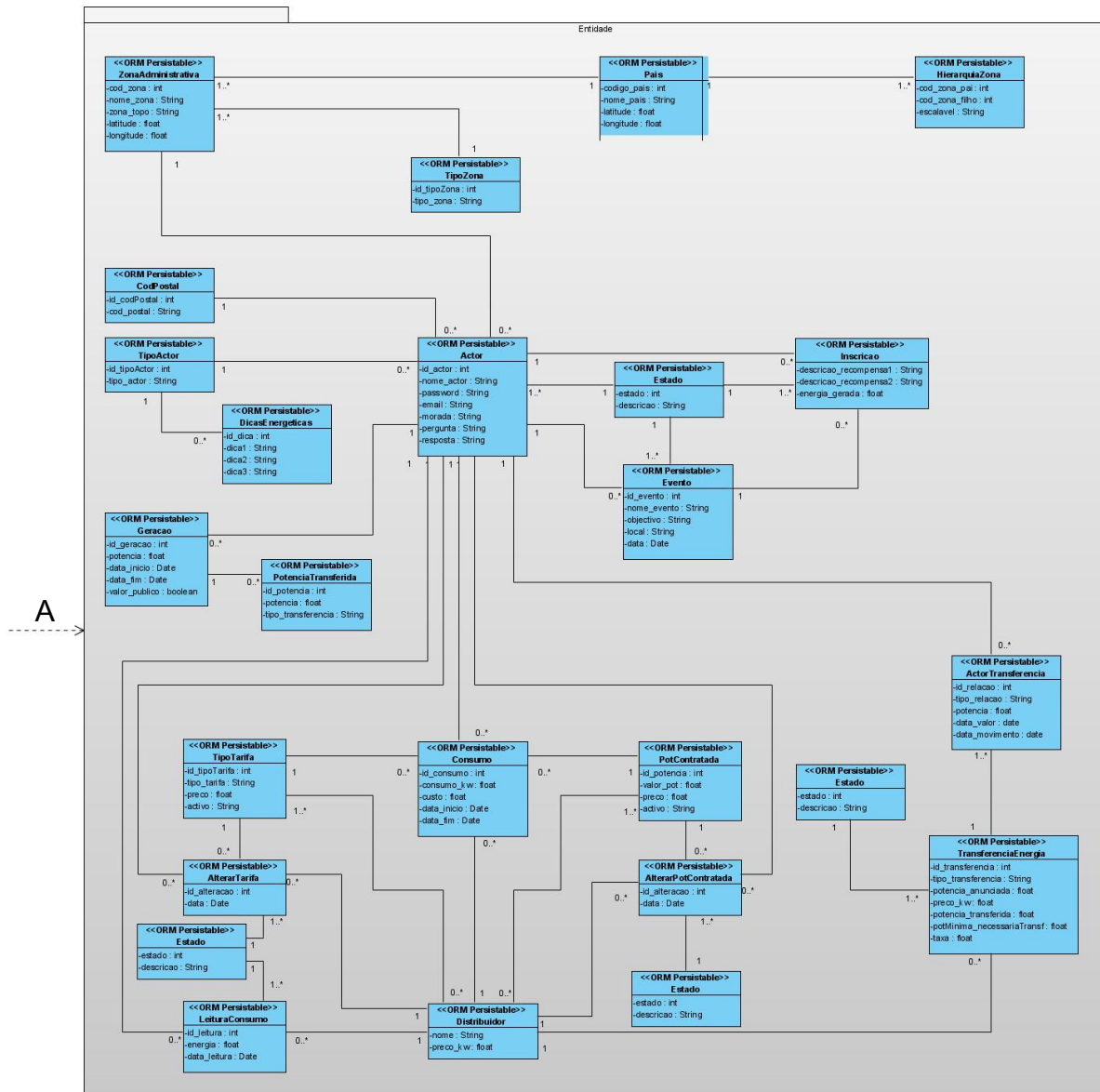


Figura 2 – Diagrama de Classes (2/2)

Anexo B – Detalhes das Classes¹⁸

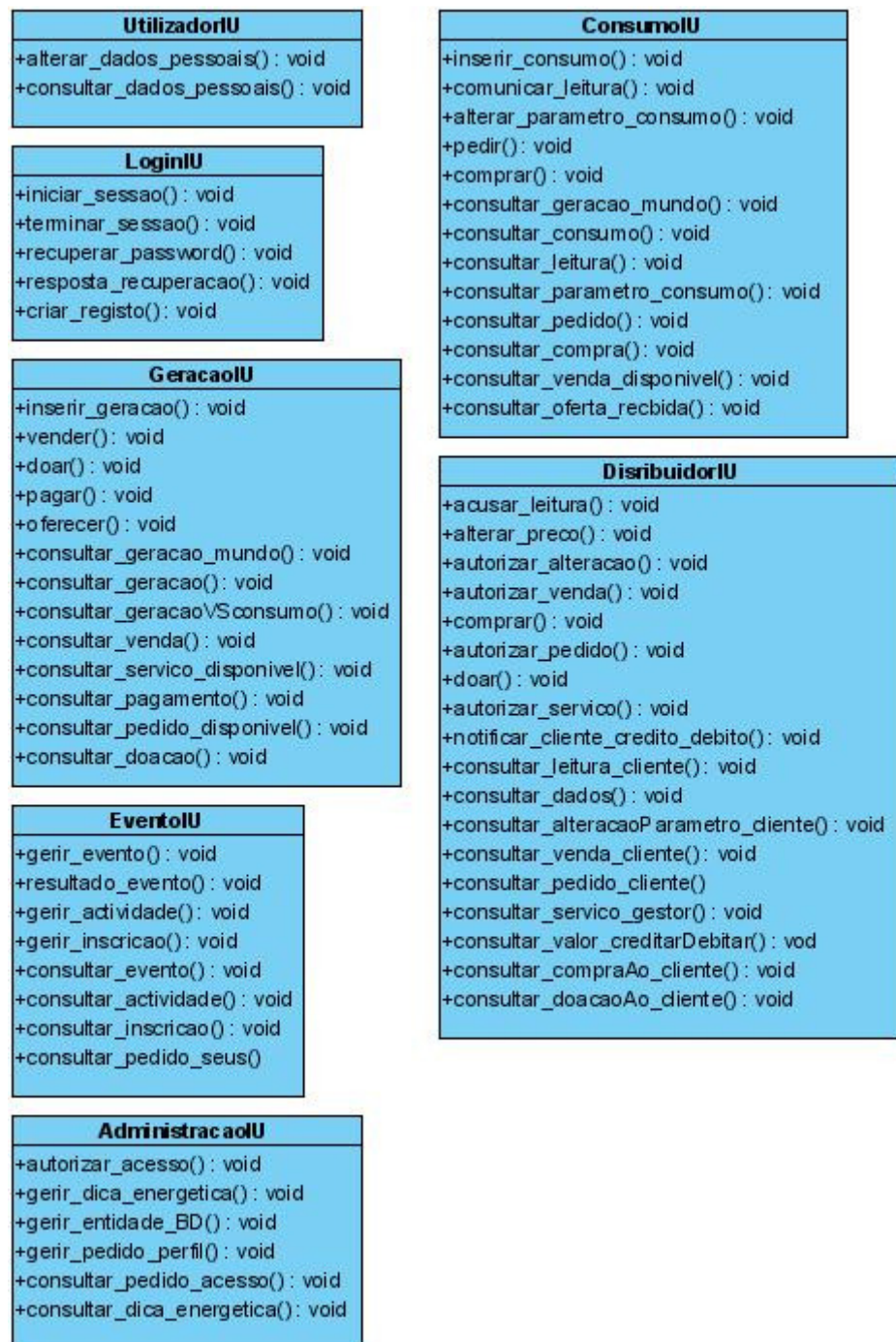


Figura 1 – Classes da Camada de Interface

¹⁸ Tendo em conta o que foi dito no ponto 3.1 do capítulo 4, pode-se conhecer as classes e atributos que há na camada de entidade, pela consulta do anexo D. Os métodos que implementam têm a finalidade de gerir a base de dados, por exemplo, criar, alterar, eliminar, registos dessa.

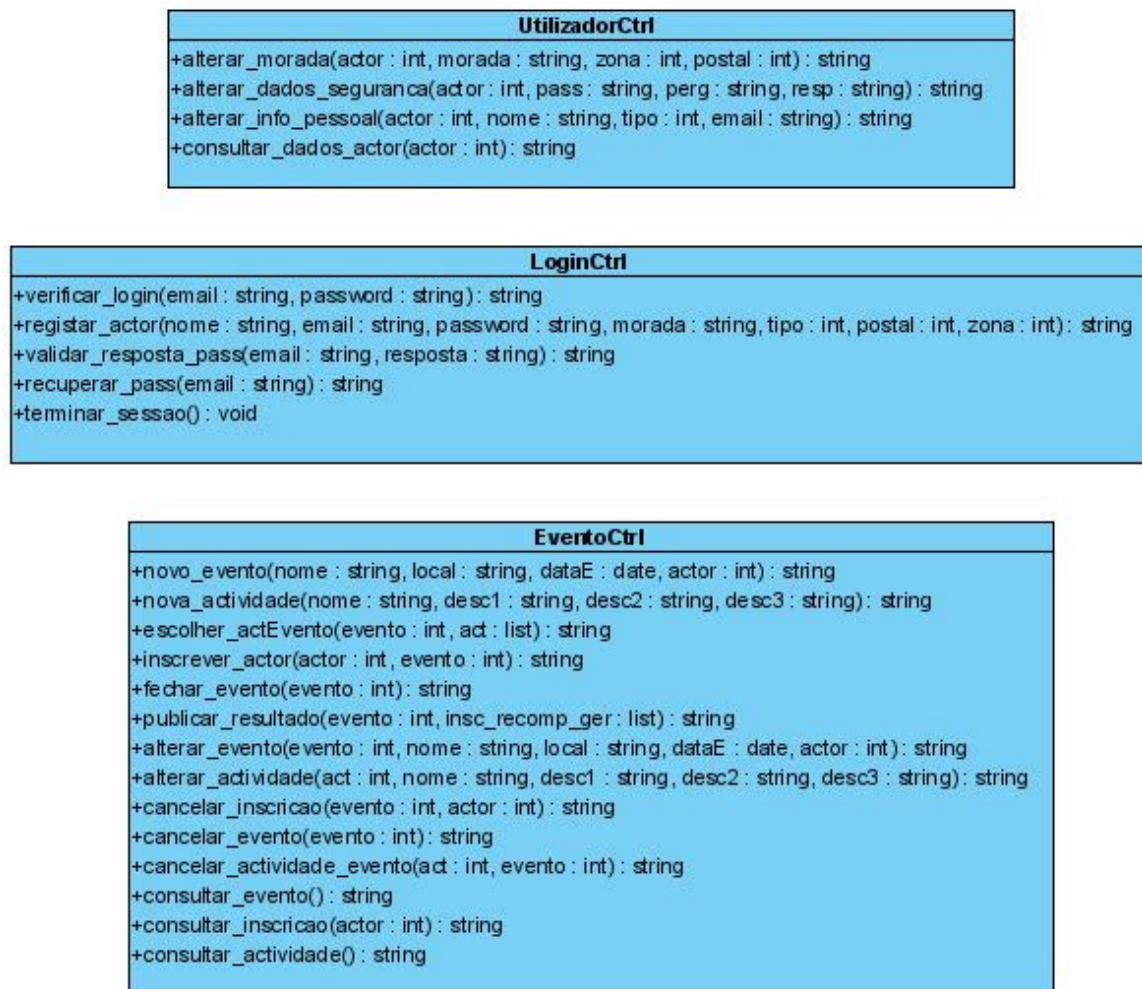


Figura 2 – Classes da Camada de Controlo

ConsumoCtrl
+novo_consumo(pot : real, inicio : date, fim : date, custo : real, actor : int, dist : int, tarifa : int, potCont : int) : string
+dar_leitura(idCons : int, leitura : real, dataL : date) : string
+nova_tarifa(actor : int, dist : int, tarifa : int) : string
+nova_potContratada(actor : int, dist : int, potCont : int) : string
+novo_distribuidor(actor : int, novoDist : int, velhoDist : int) : string
+comprar_geracao(actor : int, transf : int, pot : real) : string
+verificar_potencia_compra(transf : int, pot : real) : boolean
+pedir_geracao(actor : int, dist : int, pot : real) : string
+consultar_parametro(actor : int) : string
+consultar_alteracao_tarifa(actor : int) : string
+consultar_alteracao_potContratada(actor : int) : string
+consultar_alteracao_distribuidor(actor : int) : string
+consultar_leitura(actor : int) : string
+consultar_consumo_total(actor : int, ano : date) : string
+consultar_consumo_periodo(actor : int, inicio : date, fim : date) : string
+consultar_pedido(actor : int) : string
+consultar_compra(actor : int) : string
+consultar_oferta(actor : int) : string
+consultar_venda_disponivel() : string
+consultar_oferta_recebida(actor : int) : string

AdministracaoCtrl
+autorizar_acesso(actor : int, estado : int) : string
+nova_dica(dica1 : string, dica2 : string, dica3 : string) : string
+nova_hierarquia(pai : int, filho : int, escalavel : boolean, pais : int) : string
+novo_pais(nome : string, lat : real, lon : real) : string
+nova_zona(nome : string, topo : boolean, lat : real, lon : real, tipo : int, pais : int) : string
+novo_tipoZona(tipo : string) : string
+novo_codPostal(postal : string) : string
+novo_tipoActor(tipo : string) : string
+novo_estado(descricao : string) : string
+alterar_dica(id : int, dica1 : string, dica2 : string, dica3 : string) : string
+alterar_hierarquia(id1 : int, id2 : int, pai : int, filho : int, escalavel : boolean, pais : int) : string
+alterar_pais(id : int, nome : string, lat : real, lon : real) : string
+alterar_zona(id : int, nome : string, topo : boolean, lat : real, lon : real, tipo : int, pais : int) : string
+alterar_tipoZona(id : int, tipo : string) : string
+alterar_codPostal(id : int, postal : string) : string
+alterar_tipoActor(id : int, tipo : string) : string
+alterar_estado(id : int, descricao : string) : string
+apagar_dica(id : int) : string
+apagar_hierarquia(id : int) : string
+apagar_pais(id : int) : string
+apagar_zona(id : int) : string
+apagar_tipoZona(id : int) : string
+apagar_codPostal(id : int) : string
+apagar_tipoActor(id : int) : string
+apagar_estado(id : int) : string
+consultar_pedido_acesso() : string
+consultar_dica_energetica(tipoActor : int) : string
+consultar_hierarquia() : string
+consultar_pais() : string
+consultar_zona() : string
+consultar_tipoZona() : string
+consultar_codPostal() : string
+consultar_tipoActor() : string
+consultar_estado() : string

Figura 3 – Classes da Camada de Controlo

GeracaoCtrl
+nova_geracao(ador: int, pot: real, inicio: date, fim: date, publicar: boolean): string
+vender_geracao(ador: int, preco: real, pot: real, dist: int): string
+doar_geracao(ador: int, transf: int, pot: real): string
+verificar_potencia_doacao(transf: int, pot: real): boolean
+pagar_servico(ador: int, transf: int): string
+obter_gestor(ador: int): string
+verificar_potencia_pagamento(transf: int, pot: real): boolean
+oferecer_geracao(gestor: int, dist: int, pot: real, receptor: list): string
+existe_geracao(ador: int): real
+consultar_geracao_total(ador: int, ano: date): string
+consultar_geracao_periodo(ador: int, inicio: date, fim: date): string
+consultar_geracaoVSconsumo_total(ador: int, ano: date): string
+consultar_geracaoVSconsumo_periodo(ador: int, inicio: date, fim: date): string
+consultar_geracao_mundo(zona: int): string
+consultar_venda(ador: int): string
+consultar_doacao(ador: int): string
+consultar_pagamento(ador: int): string
+consultar_ofertas_efectudas(ador: int): string
+consultar_servico_disponivel(ador: int): string
+consultar_pedido_disponivel(ador: int): string

DistribuidorCtrl
+validar_leitura(cons: int): string
+alterar_preco(dist: int, preco: real): string
+nova_tarifa(dist: int, tipo: string, preco: real): string
+alterar_tarifa(tarifa: int, tipo: string, preco: real): string
+ativar_tarifa(tarifa: int, op: boolean): string
+nova_potContratada(dist: int, pot: real, preco: real): string
+alterar_potContratada(idPot: int, pot: real, preco: real): string
+ativar_potContratada(idPot: int, op: boolean): string
+validar_cliTarifa(alt: int, estado: int): string
+validar_cliPotContratada(alt: int, estado: int)
+validar_cliDistribuidor(dist: int, alt: int, estado: int): string
+validar_venda(transf: int, estado: int, taxa: real, pot: real): string
+comprar_cliente(transf: int, estado: int): string
+validar_pedido(transf: int, estado: int, taxa: real, pot: real): string
+doar_cliente(transf: int, estado: int): string
+validar_servico(transf: int, estado: int, taxa: real, pot: real): string
+efectuar_balanco(transf: int, emissor: int, receptor: int): list
+notificar_cliente(id: int): string
+consultar_leitura(dist: int): string
+consultar_dados(dist: int): string
+consultar_cliTarifa(dist: int): string
+consultar_cliPotenciaContratada(dist: int): string
+consultar_cliDistribuidor(dist: int): string
+consultar_cliVenda(dist: int): string
+consultar_cliPedido(dist: int): string
+consultar_cliServico(dist: int): string
+consultar_credito(dist: int): string
+consultar_debito(dist: int): string
+consultar_doacao(dist: int): string
+consultar_compra(dist: int): string

Figura 4 – Classes da Camada de Controlo

Anexo C – Diagramas de Sequência

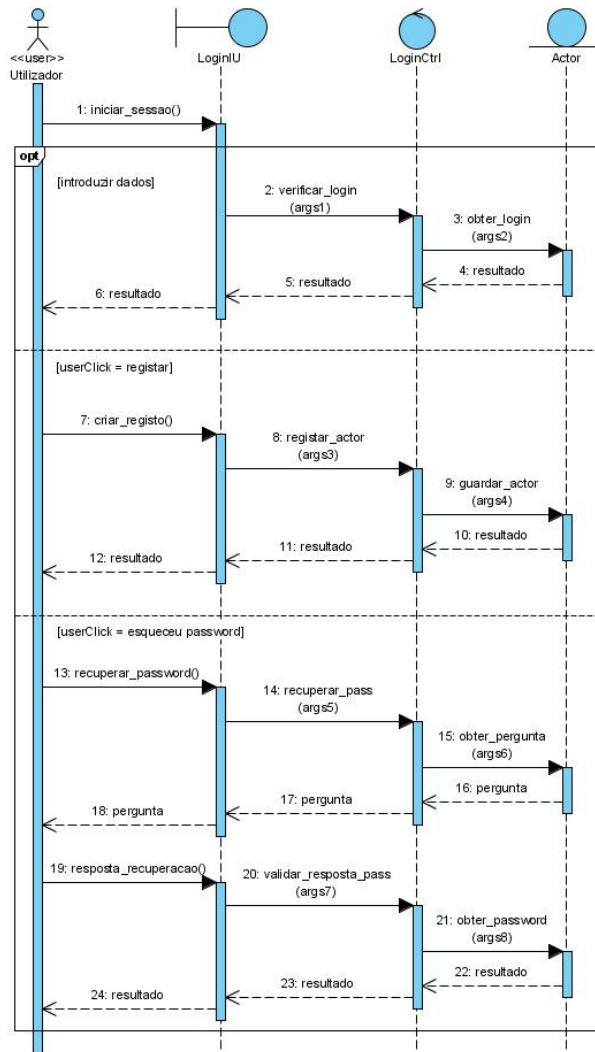


Figura 1 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Iniciar Sessão* disponibilizada ao actor *Utilizador*

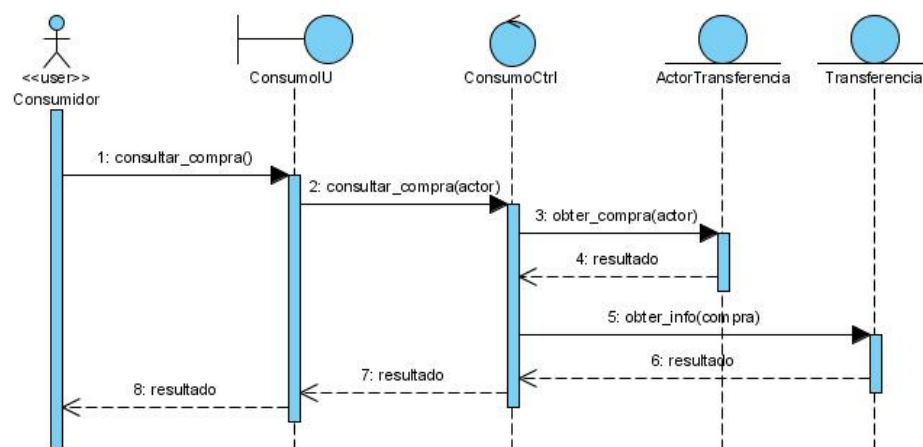


Figura 2 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Compra* disponibilizada ao actor *Consumidor*

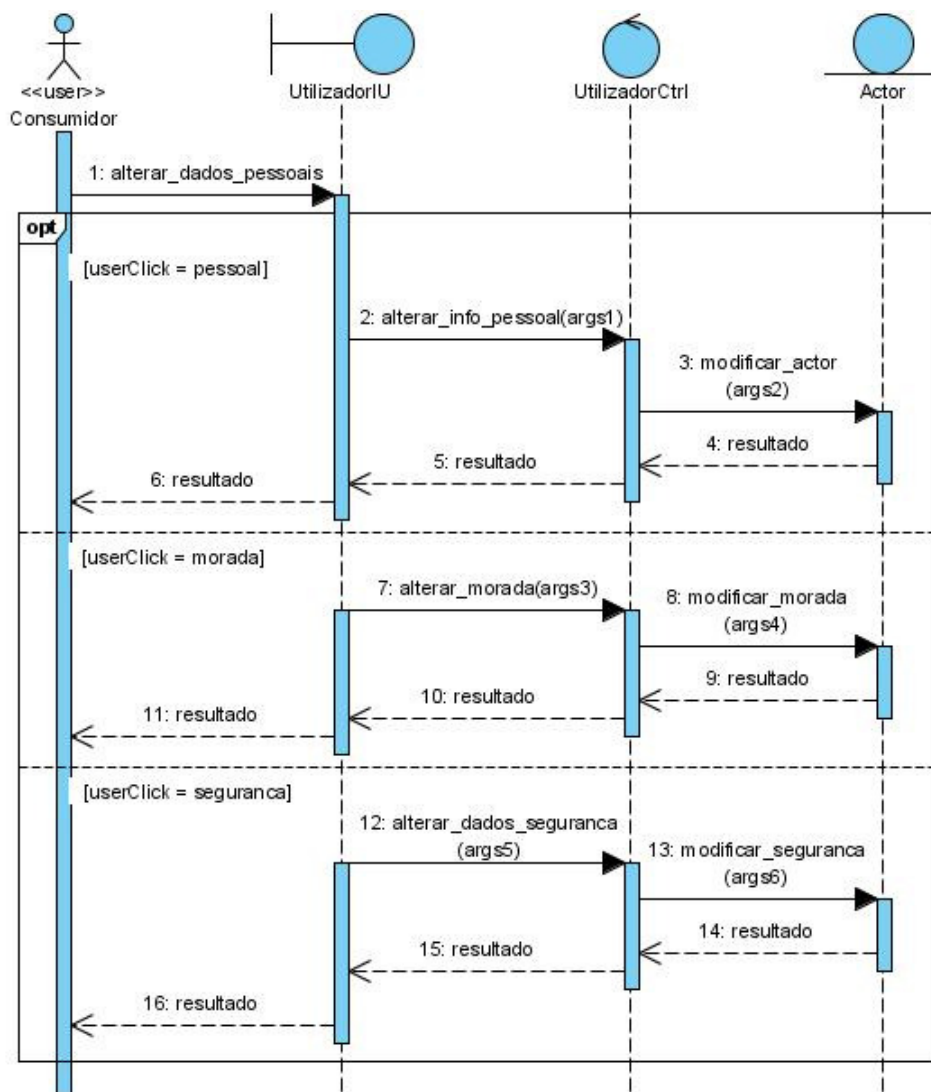


Figura 3 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Alterar Dados Pessoais* disponibilizada ao actor *Consumidor*

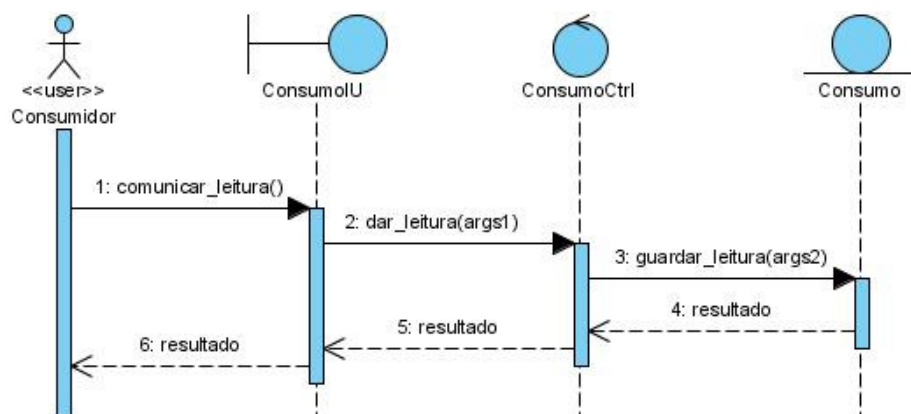


Figura 4 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Dar Leitura de Consumo* disponibilizada ao actor *Consumidor*

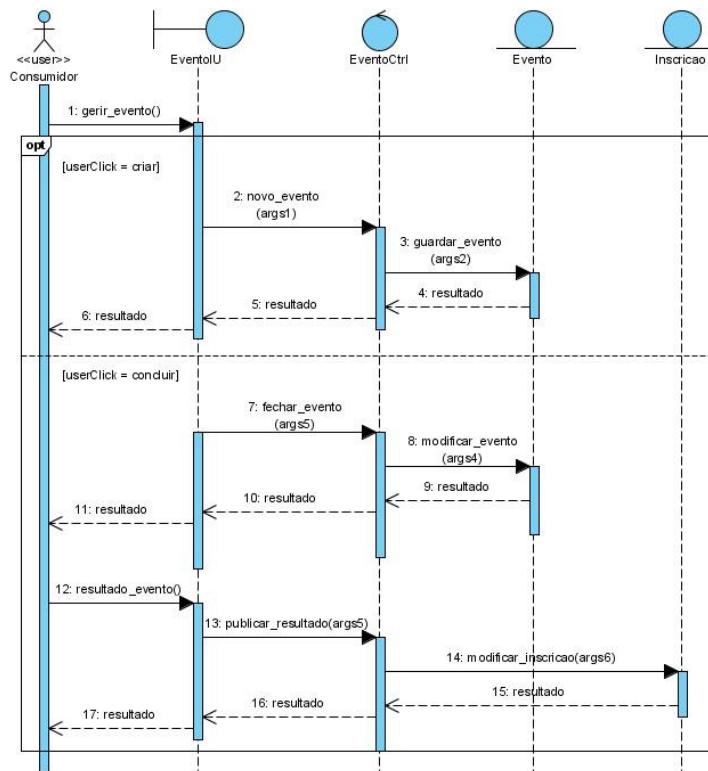


Figura 5 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Evento disponibilizada ao actor Consumidor*

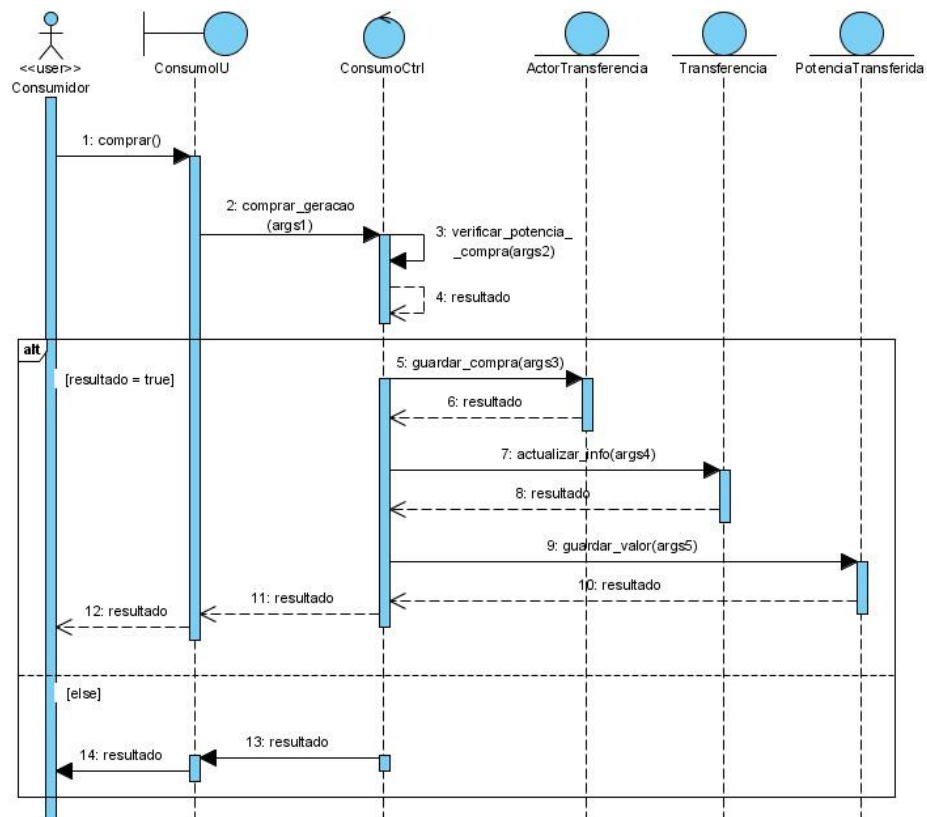


Figura 6 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Comprar disponibilizada ao actor Consumidor*

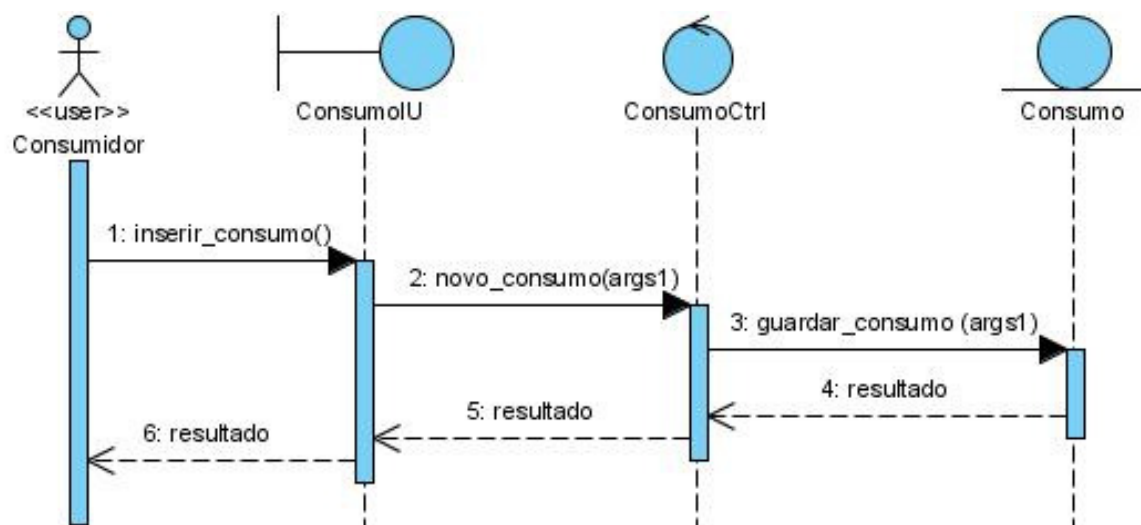


Figura 7 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Inserir Valor Consumo disponibilizada ao actor Consumidor*

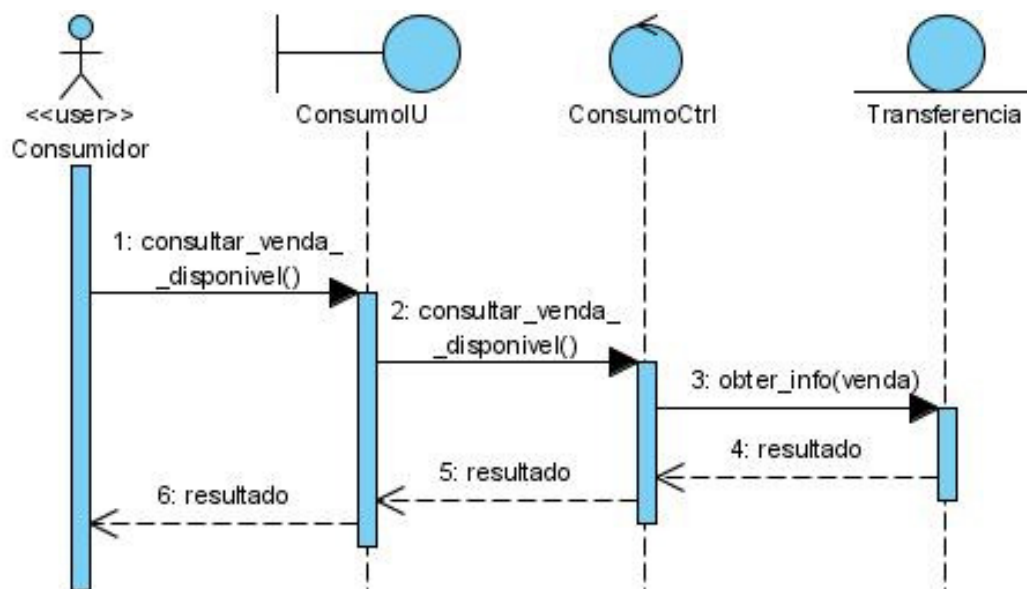


Figura 8 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Venda Disponível disponibilizada ao actor Consumidor*

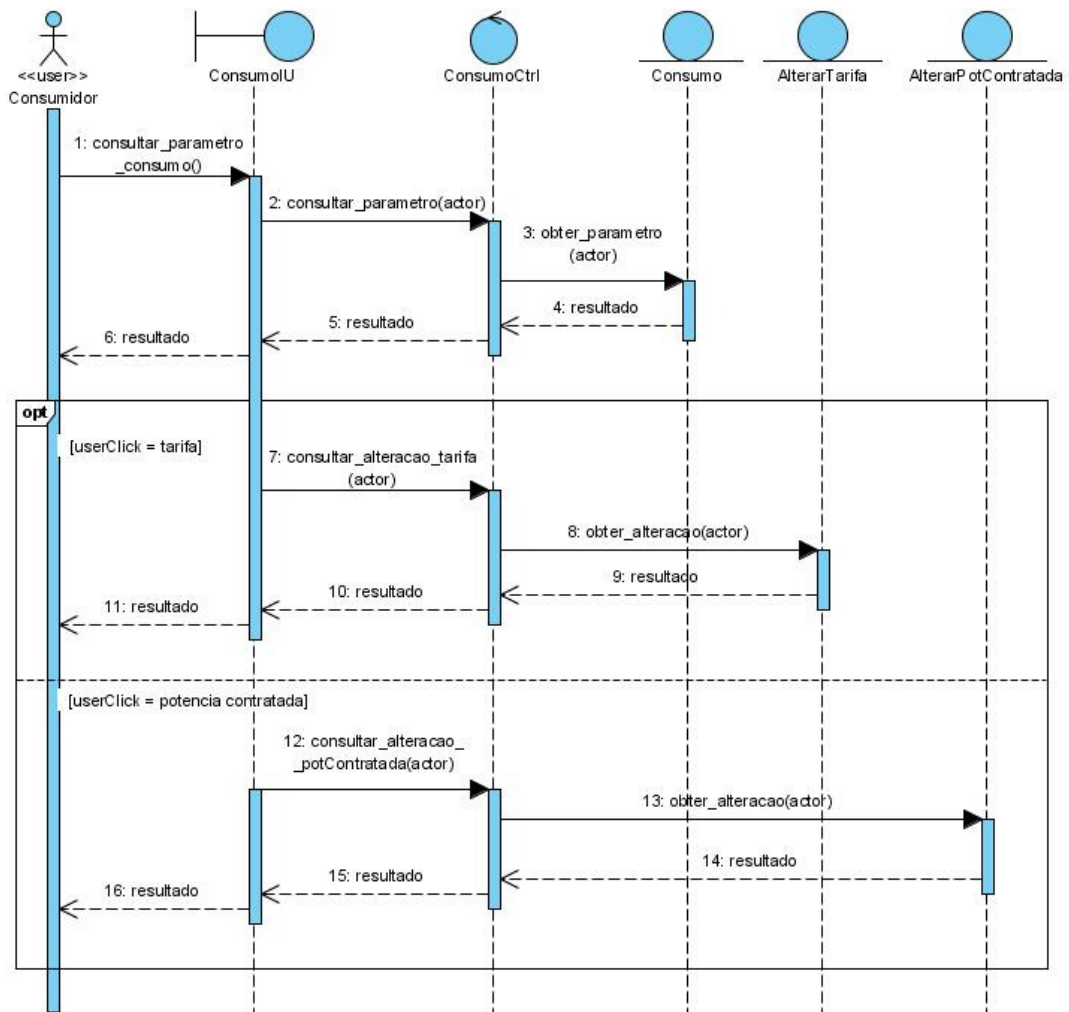


Figura 9 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Parâmetro Consumo* disponibilizada ao actor Consumidor

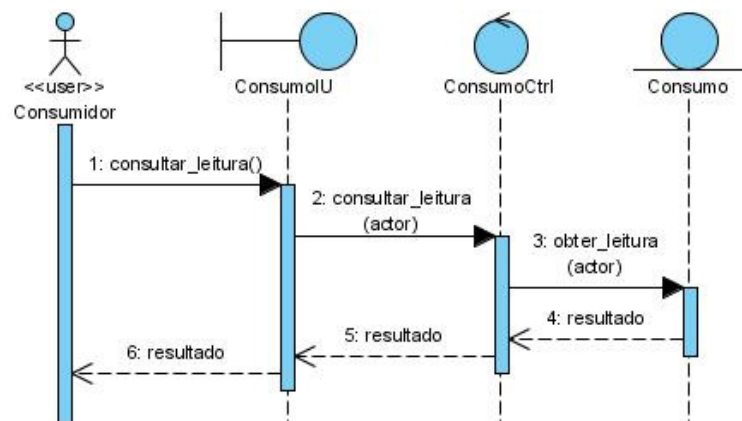


Figura 10 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Leitura* disponibilizada ao actor Consumidor

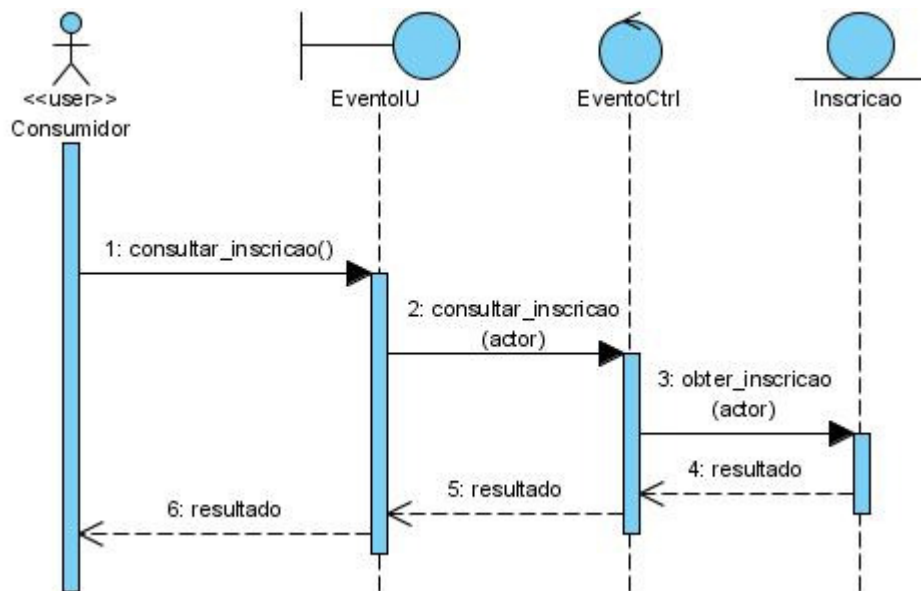


Figura 11 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Inscrição disponibilizada ao actor Consumidor*

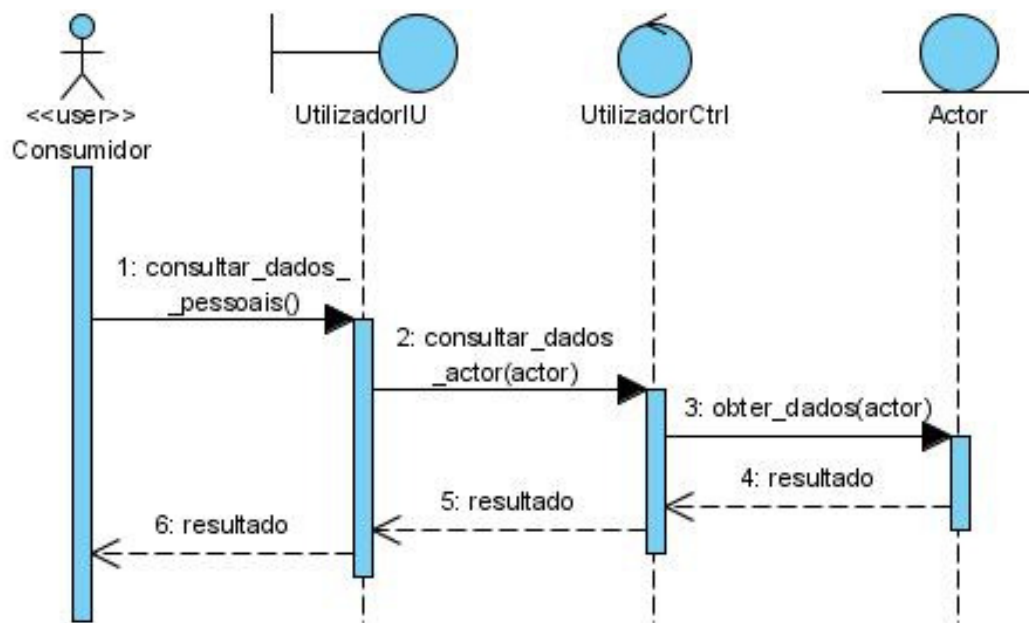


Figura 12 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Dados Pessoais disponibilizada ao actor Consumidor*

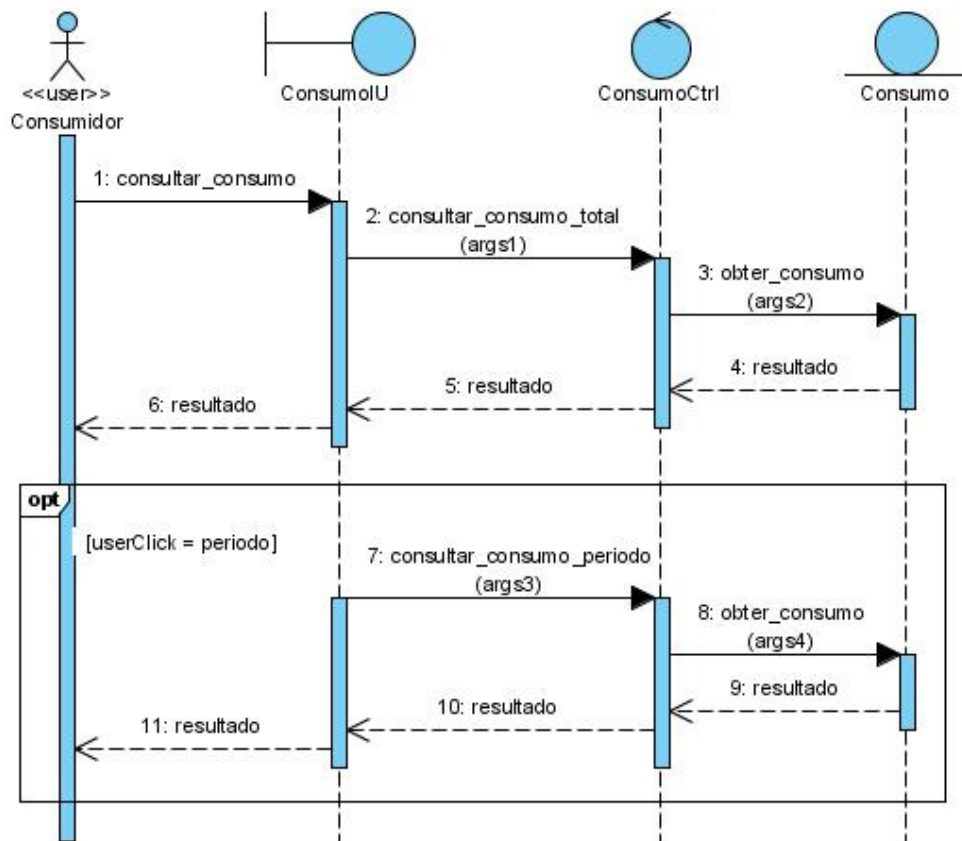


Figura 13 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Consumo disponibilizada ao actor Consumidor*

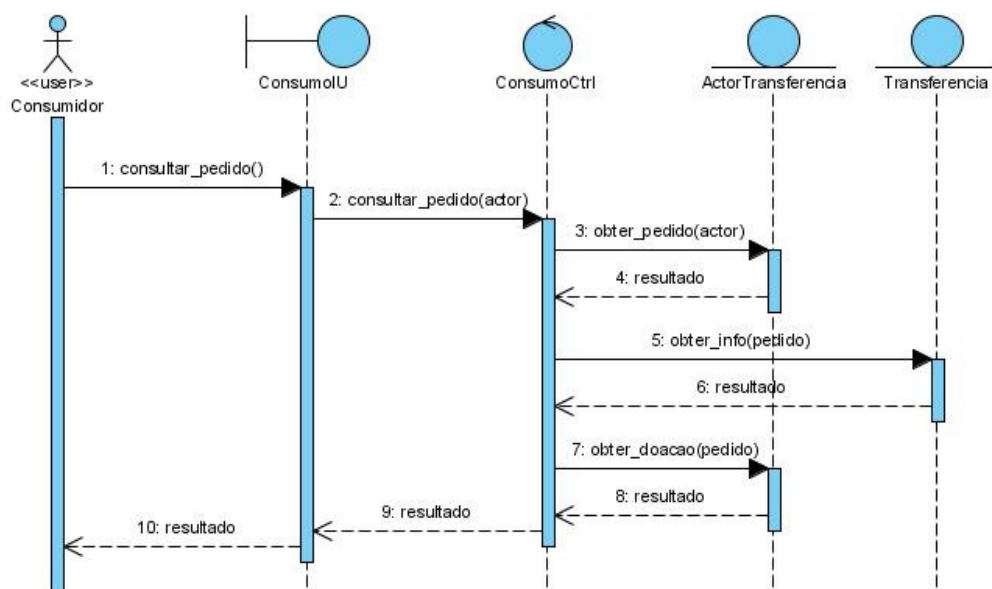


Figura 14 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Pedido disponibilizada ao actor Consumidor*

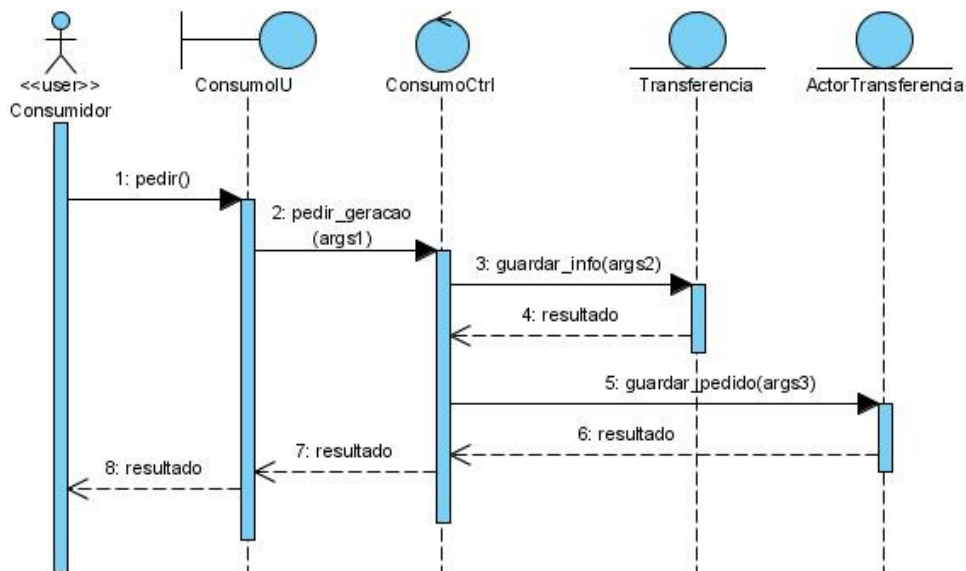


Figura 15 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Pedir disponibilizada ao actor*

Consumidor

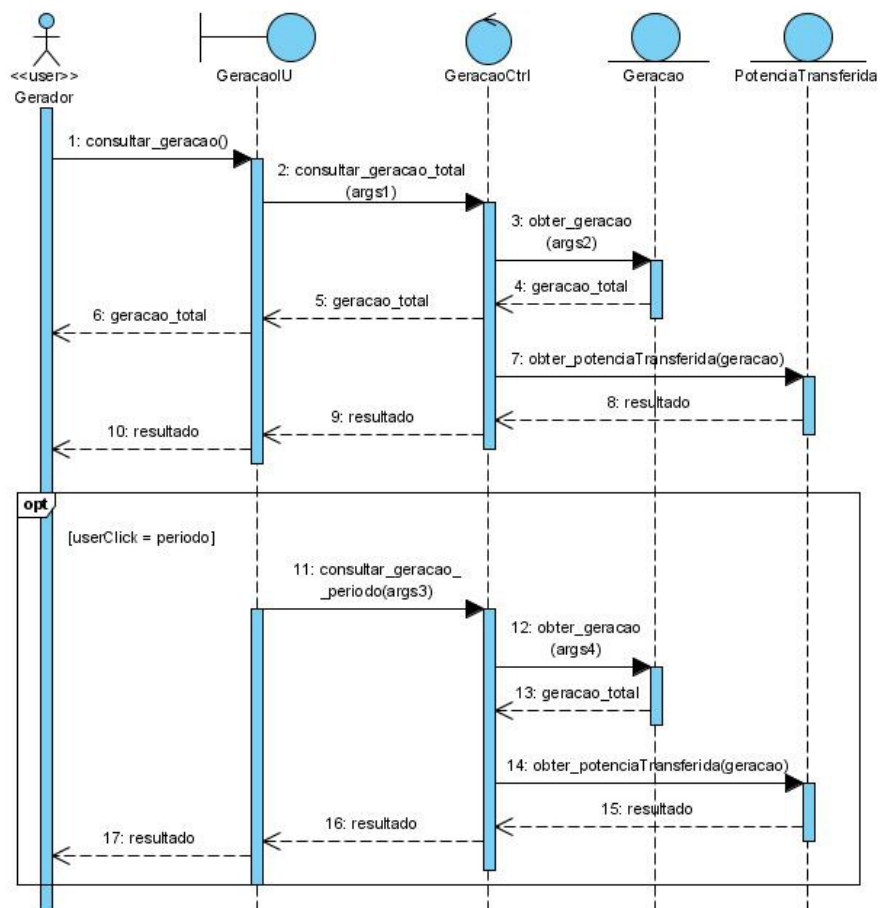


Figura 16 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Geração disponibilizada ao actor Gerador*

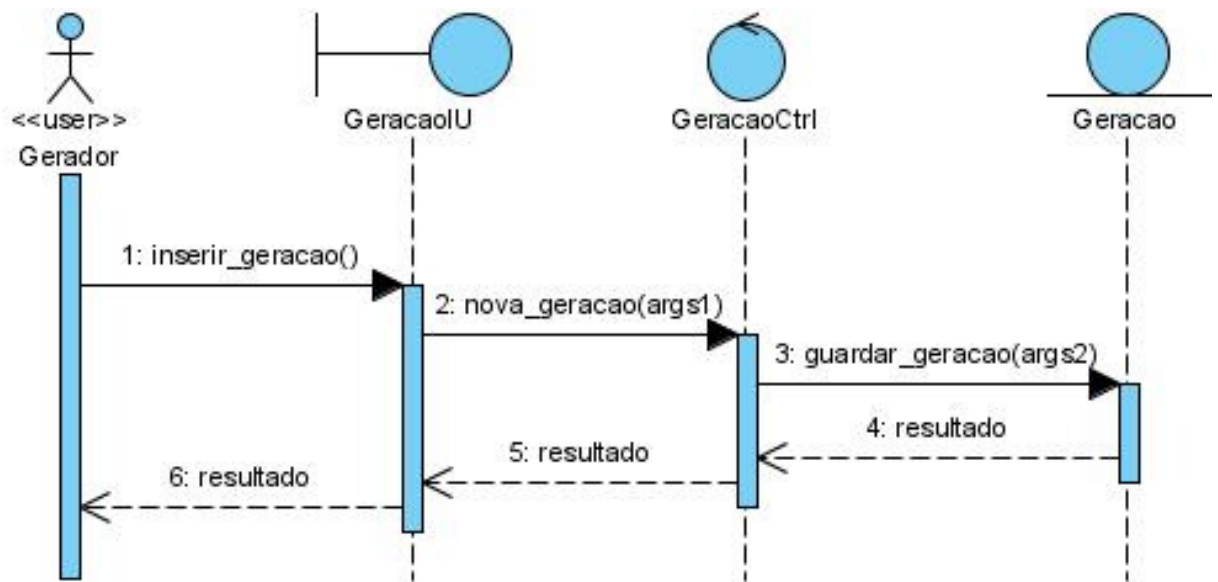


Figura 17 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Inserir Valor Geração disponibilizada ao actor Gerador*

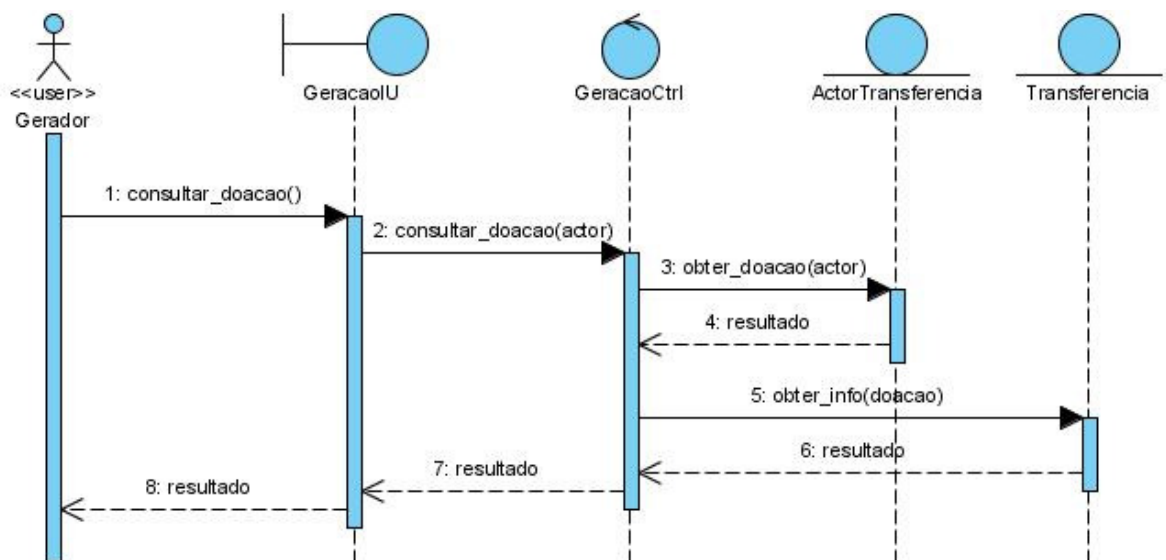


Figura 18 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Doação disponibilizada ao actor Gerador*

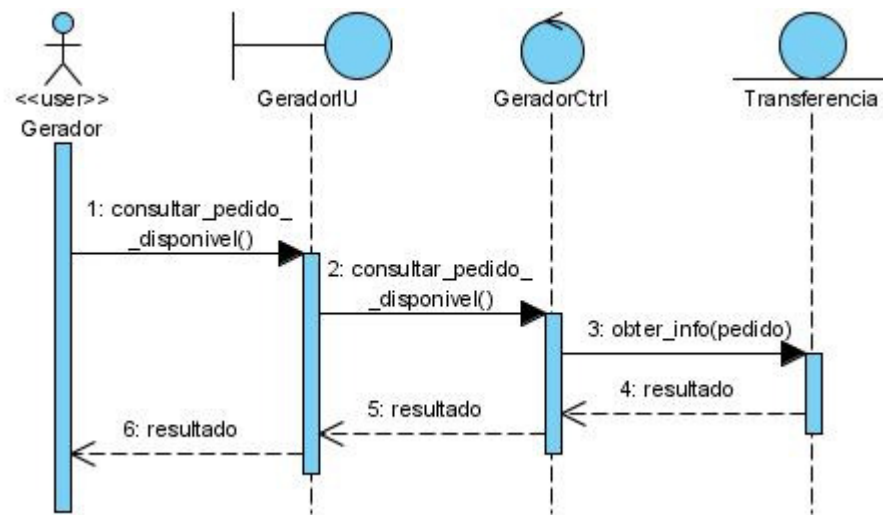


Figura 19 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Pedido Disponível disponibilizada ao actor Gerador*

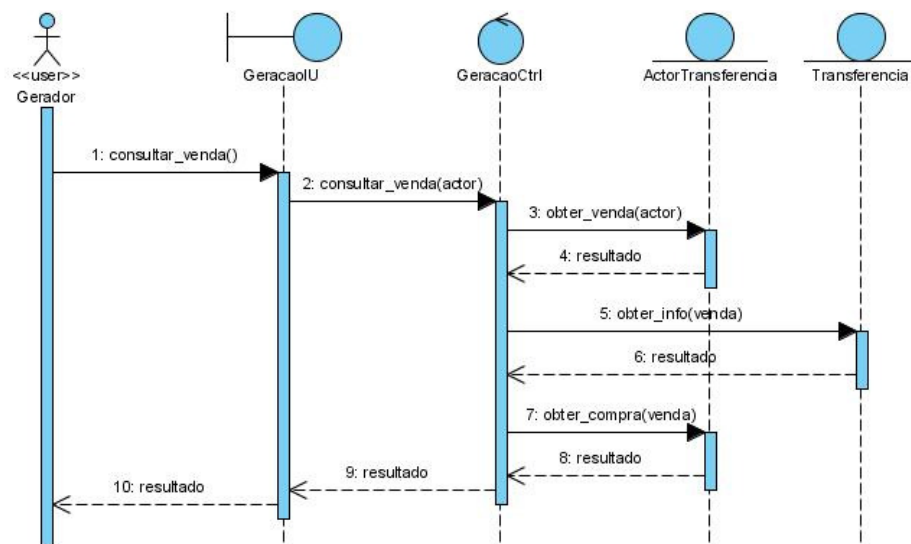


Figura 20 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Venda disponibilizada ao actor Gerador*

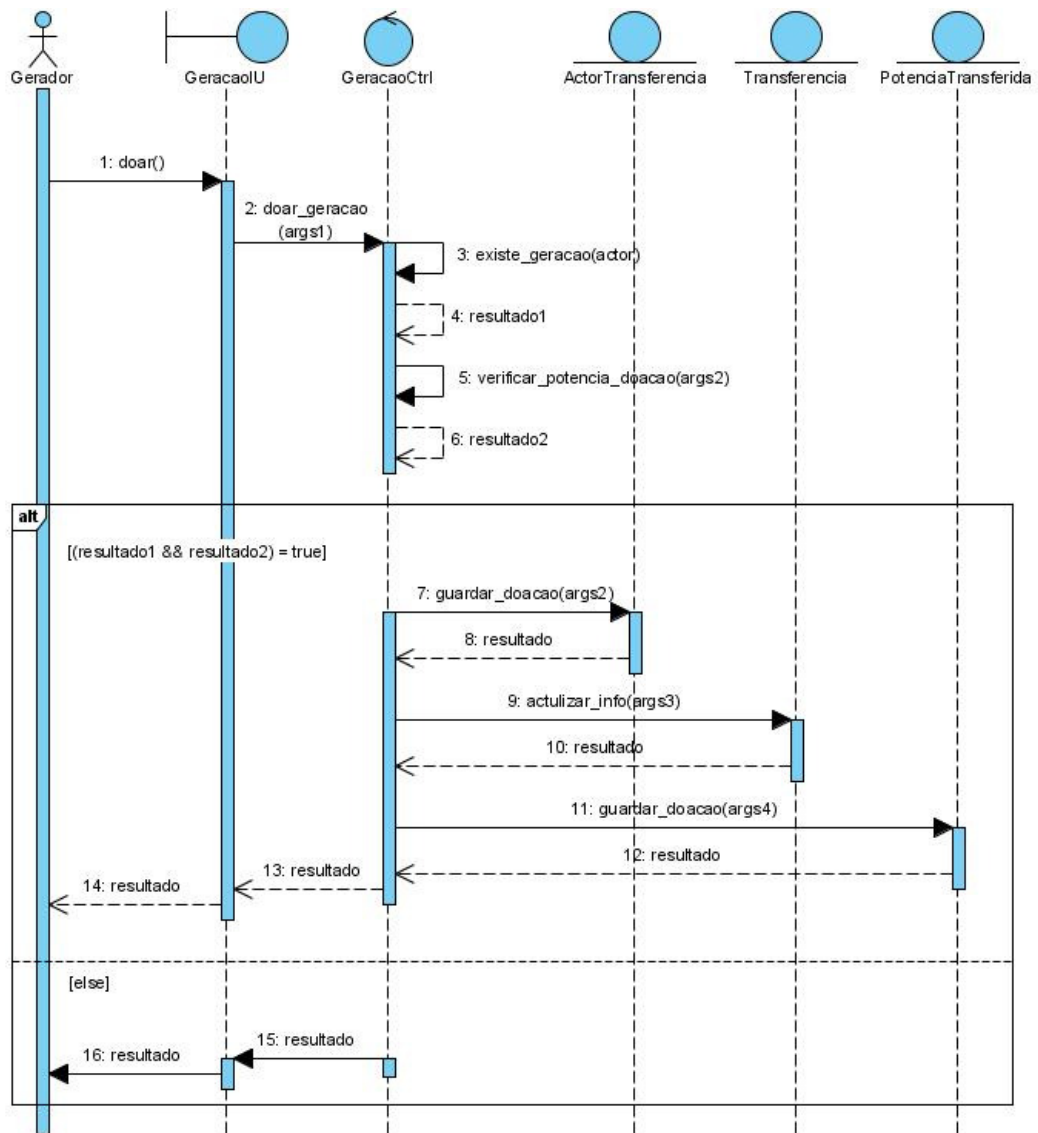


Figura 21 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Doar disponibilizada ao actor Gerador*

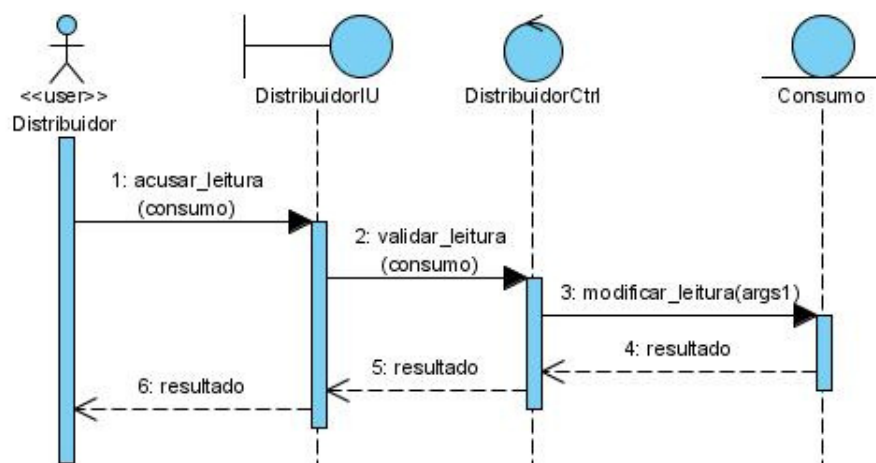


Figura 22 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Acusar Leitura disponibilizada ao actor Distribuidor*

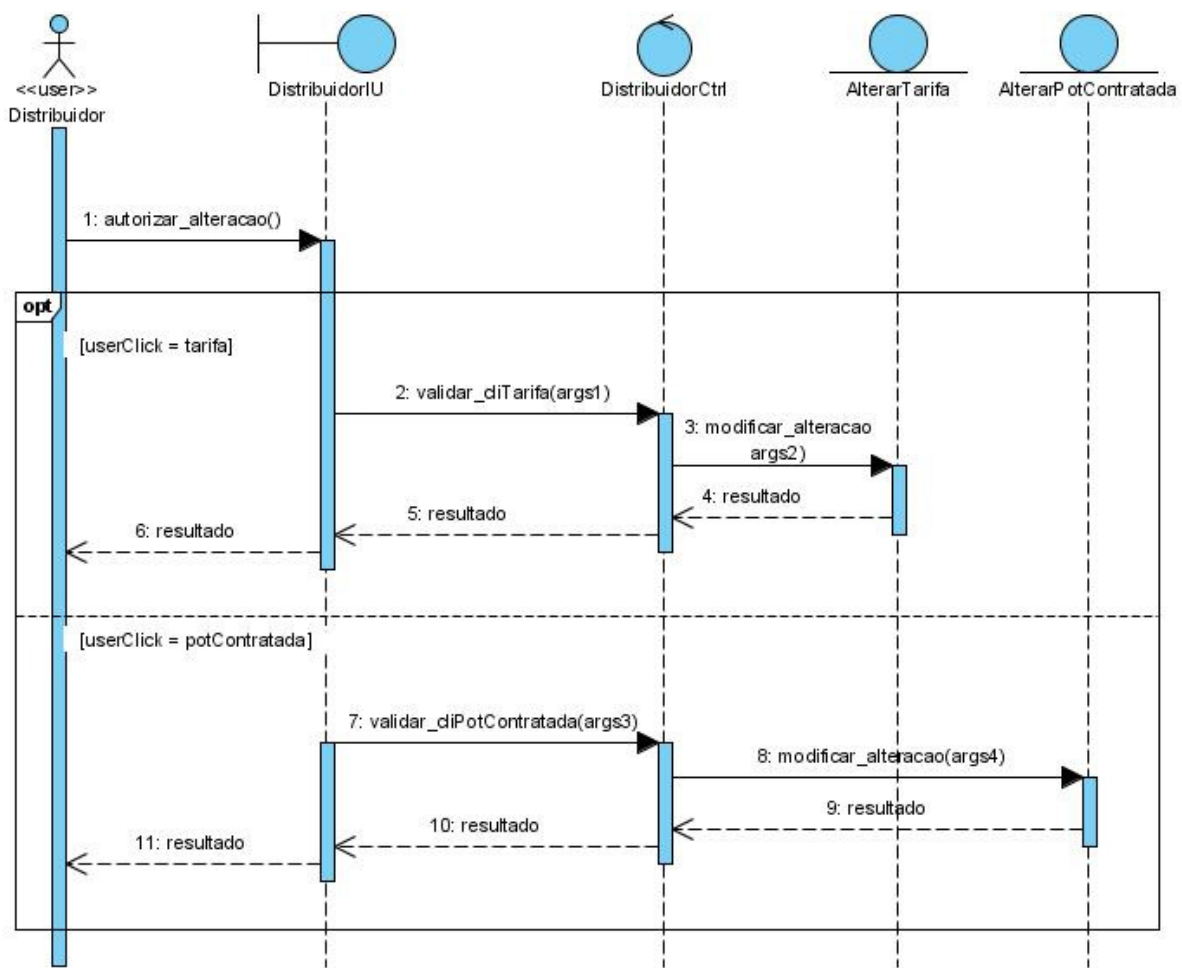


Figura 23 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Autorizar Alteração disponibilizada ao actor Distribuidor*

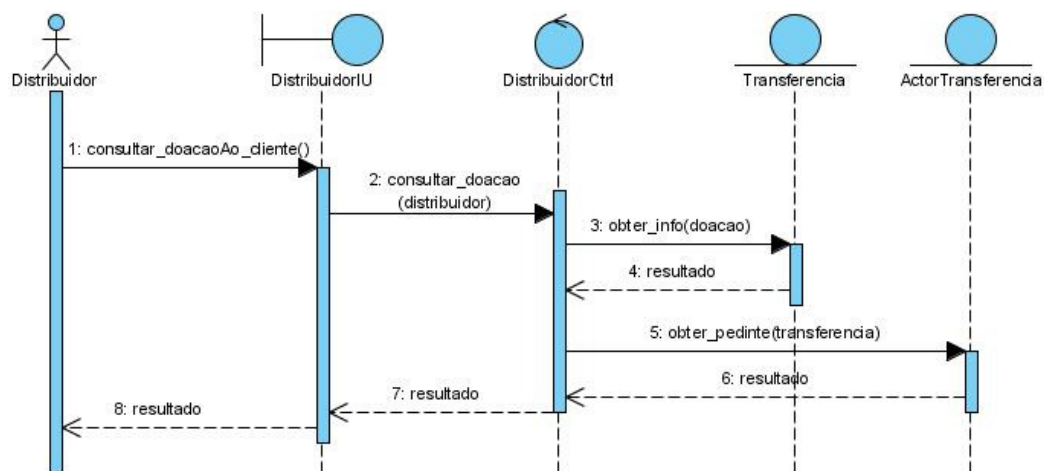


Figura 24 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Doação Cliente disponibilizada ao actor Distribuidor*

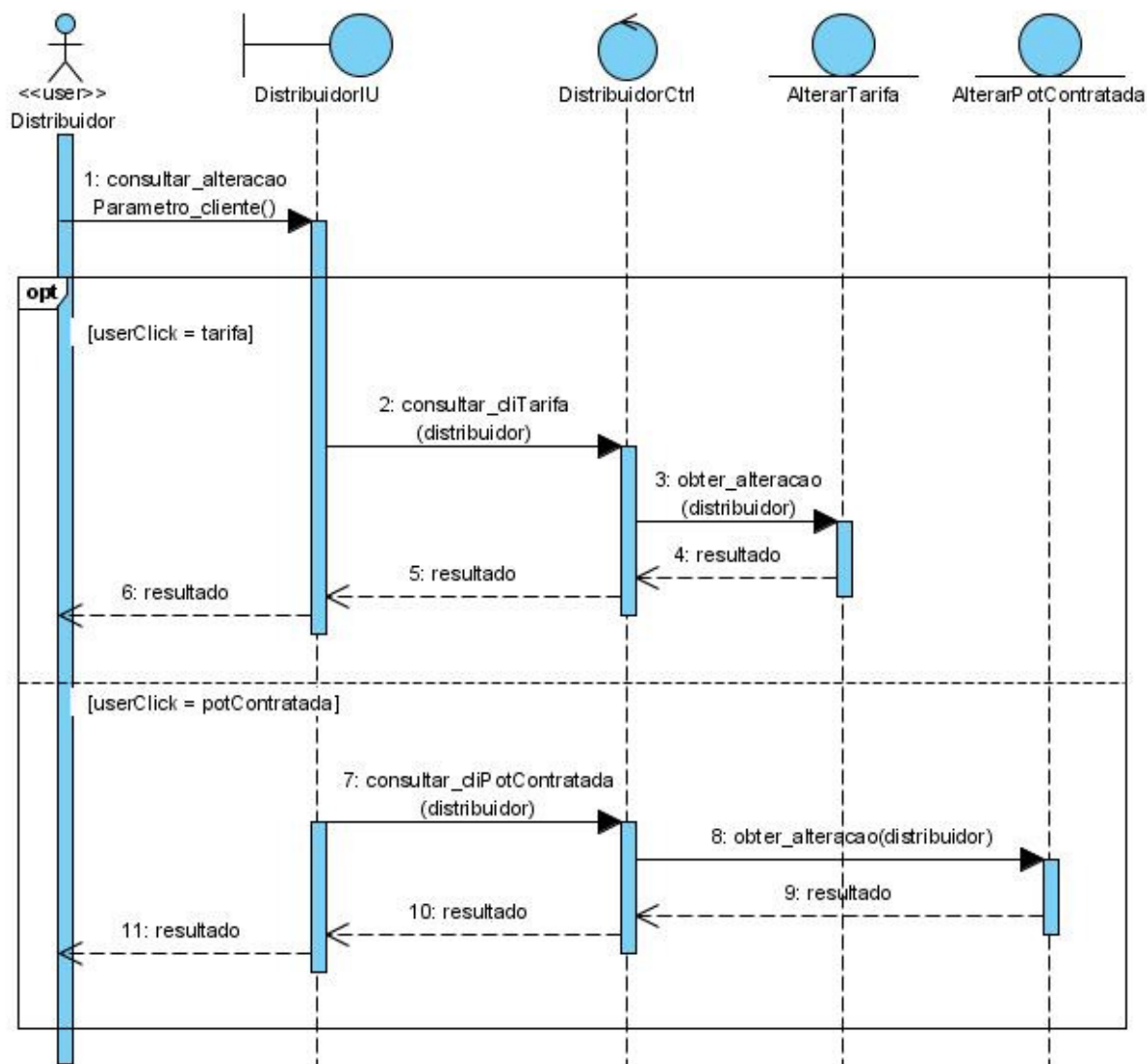


Figura 25 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Alteração Parâmetro Cliente disponibilizada ao actor Distribuidor*

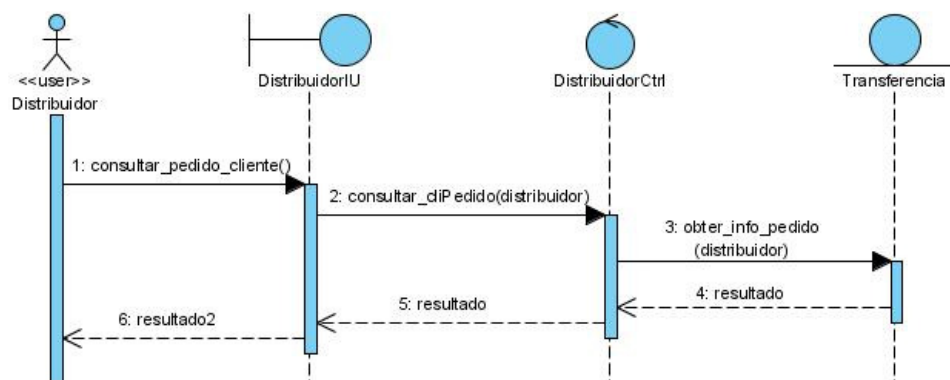


Figura 26 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Pedido Cliente disponibilizada ao actor Distribuidor*

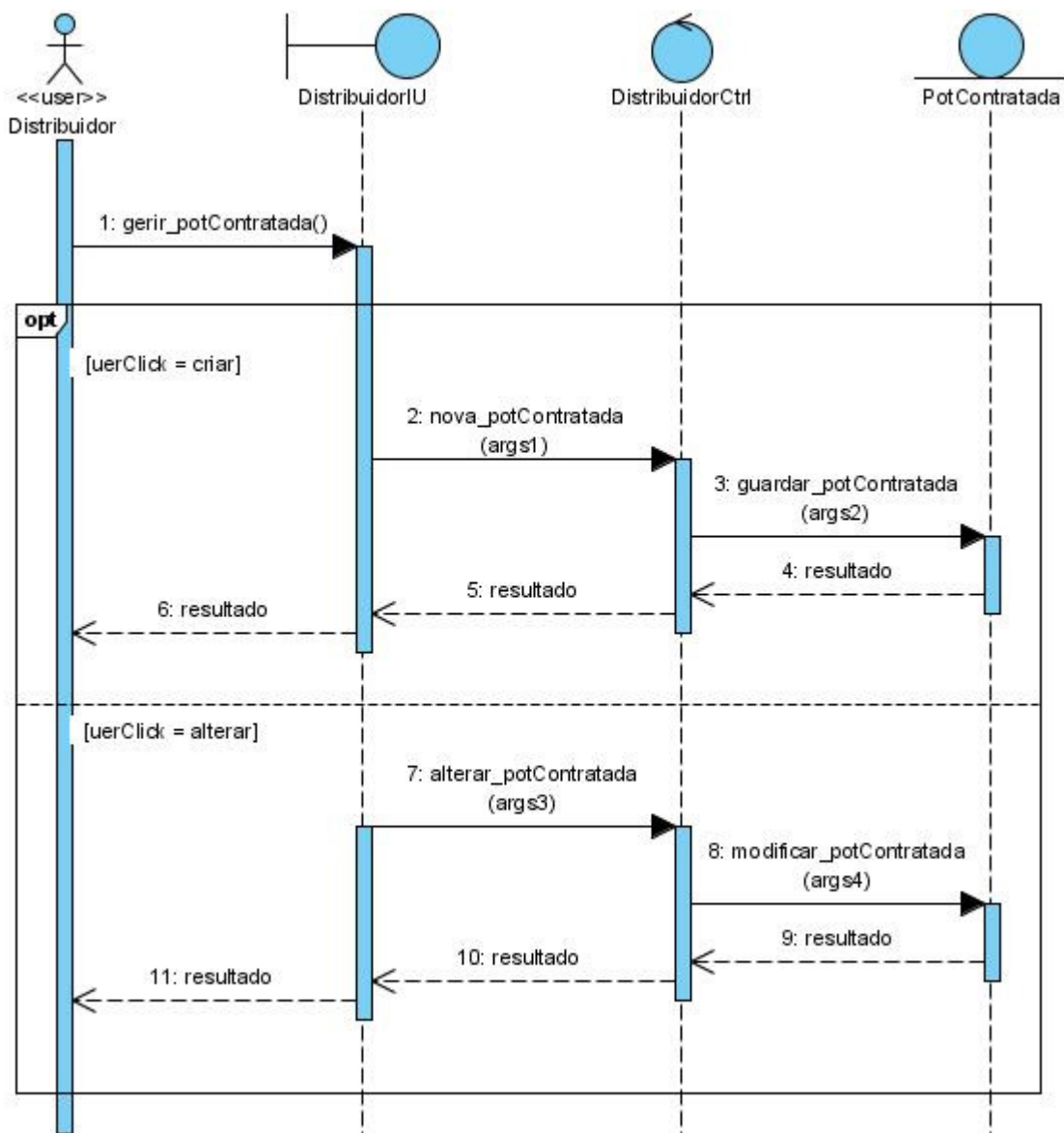


Figura 27 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Potencia Contratada* disponibilizada ao actor *Distribuidor*

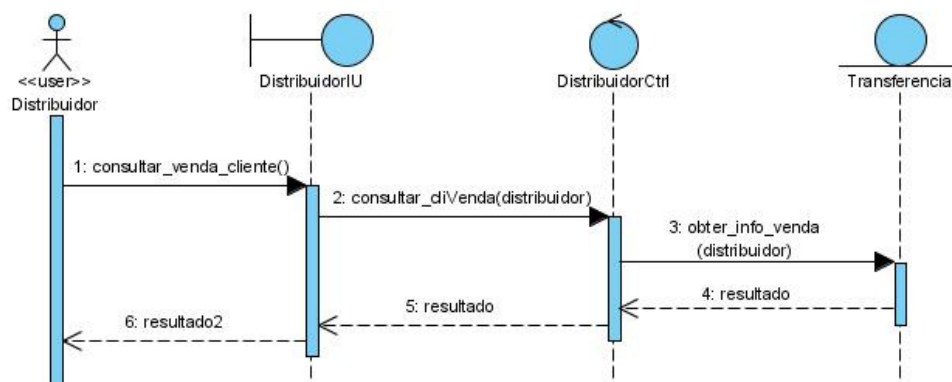


Figura 28 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Venda Cliente disponibilizada ao actor Distribuidor*

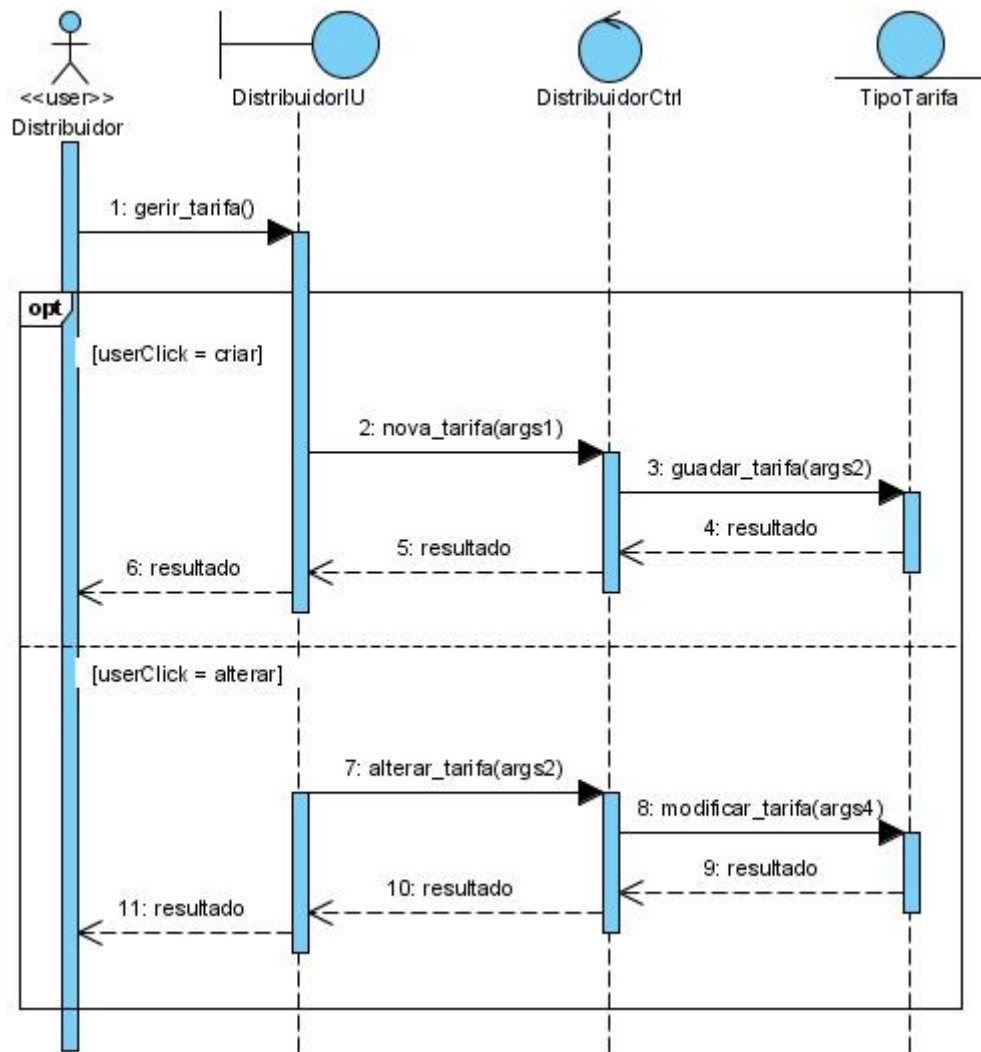


Figura 29 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Tarifa disponibilizada ao actor Distribuidor*

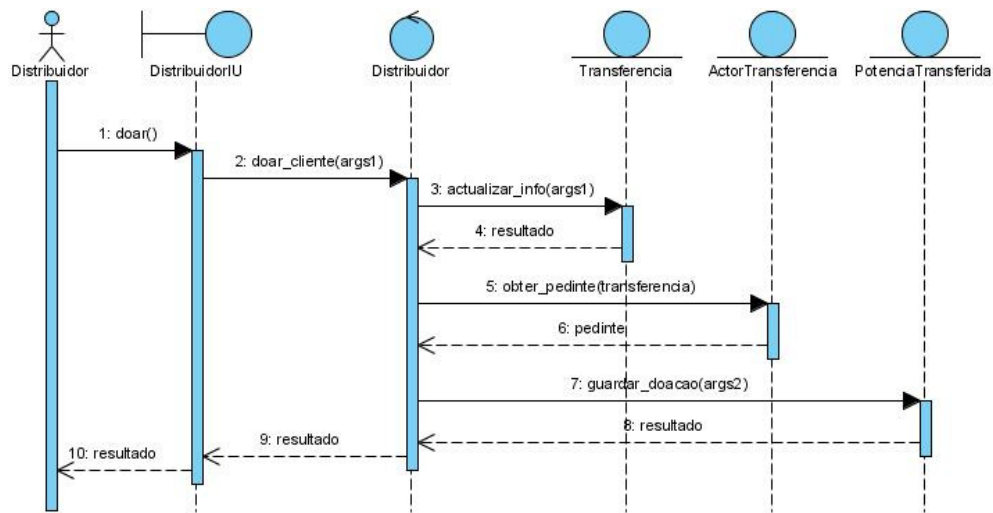


Figura 30 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Doar ao Cliente* disponibilizada ao actor

Distribuidor

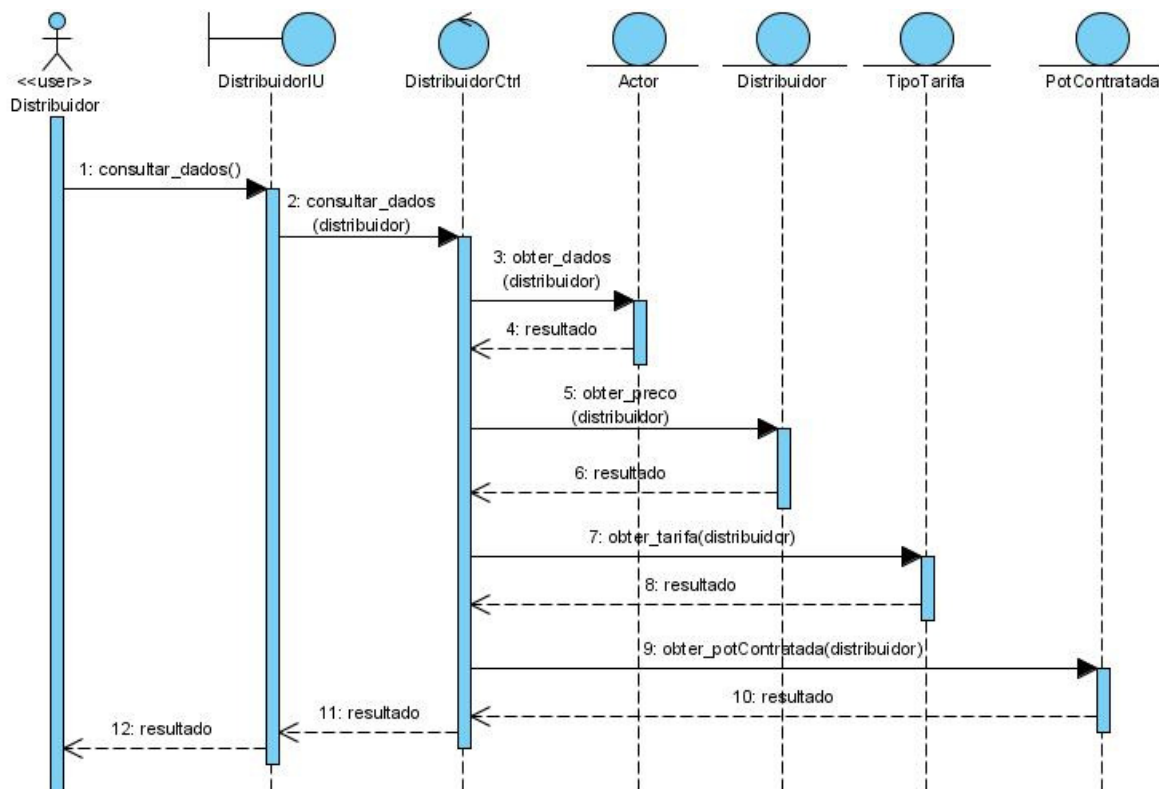


Figura 31 – Diagrama de Sequência da funcionalidade Consultar Dados disponibilizada ao

actor Distribuidor

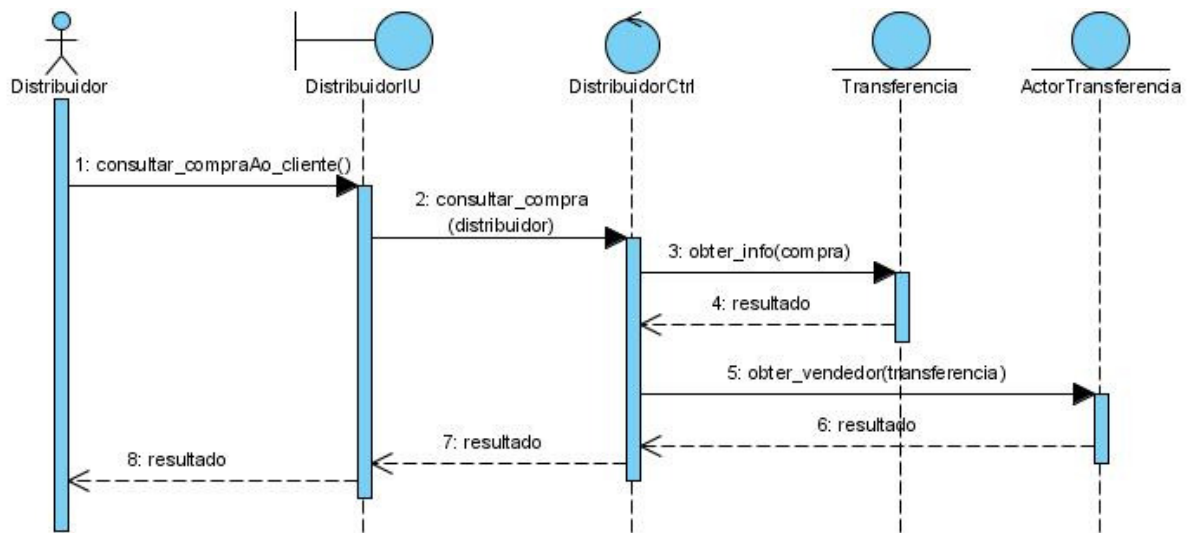


Figura 32 – Diagrama de Sequência da funcionalidade Consultar Compra ao Cliente disponibilizada ao actor *Distribuidor*

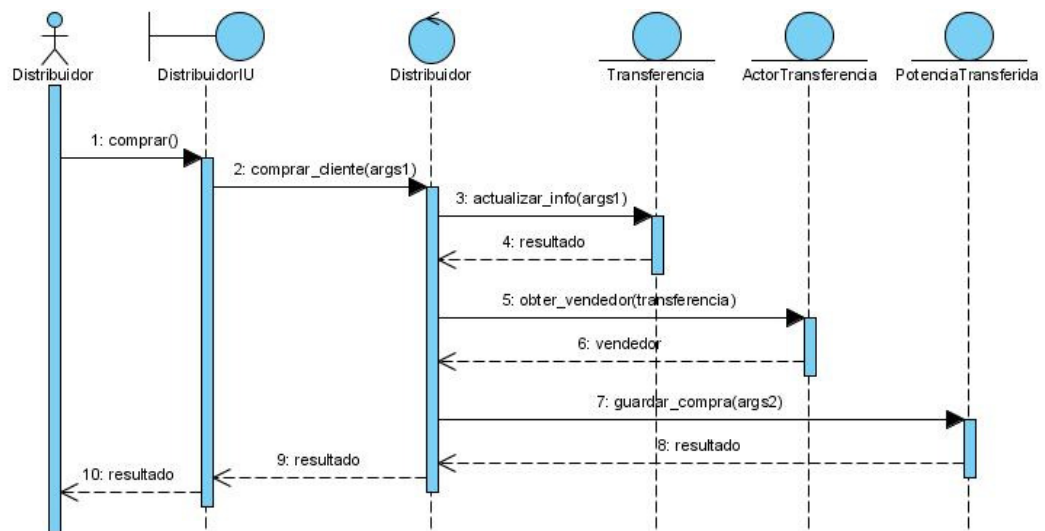


Figura 33 – Diagrama de Sequência da funcionalidade Comprar ao Cliente disponibilizada ao actor *Distribuidor*

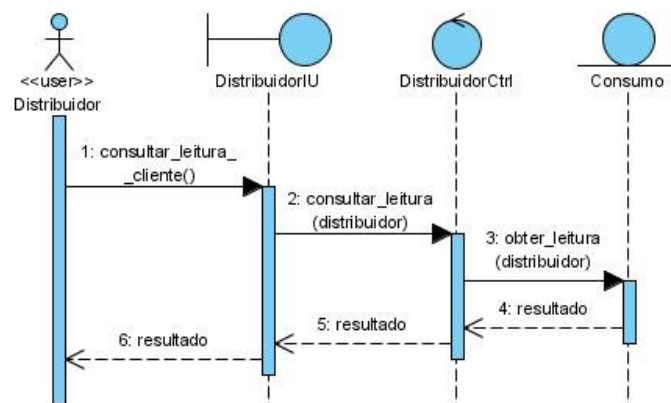


Figura 34 – Diagrama de Sequência da funcionalidade Consultar Leitura Cliente disponibilizada ao actor Distribuidor

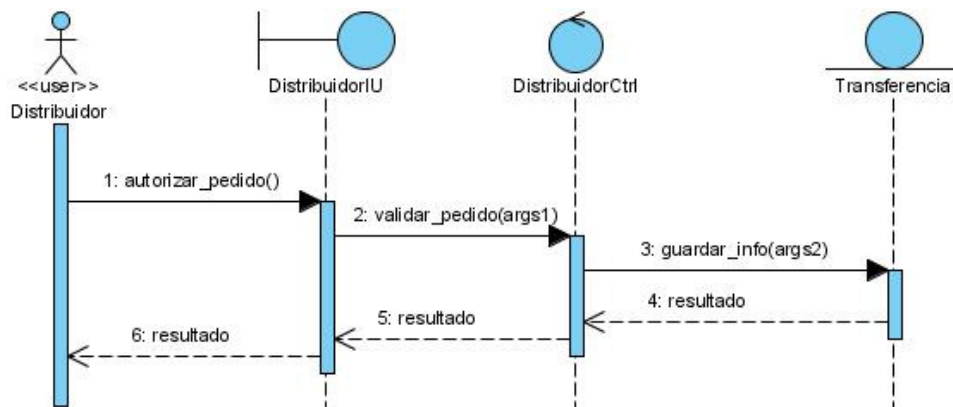


Figura 35 – Diagrama de Sequência da funcionalidade Autorizar Pedido disponibilizada ao actor Distribuidor

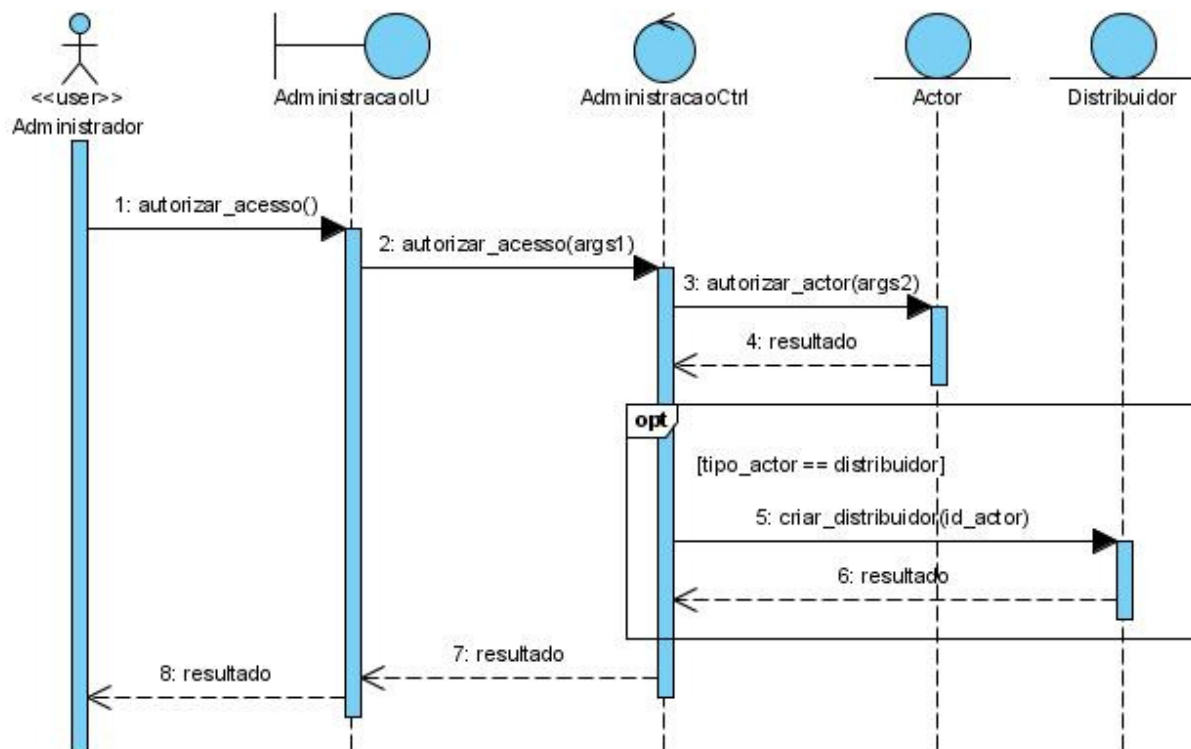


Figura 36 – Diagrama de Sequência da funcionalidade Autorizar Acesso disponibilizada ao actor Administrador

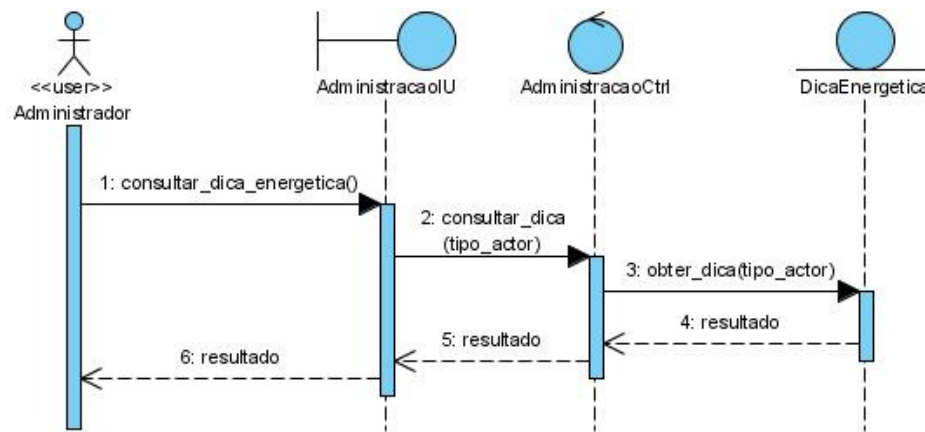


Figura 37 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Dica Energética* disponibilizada ao actor Administrador

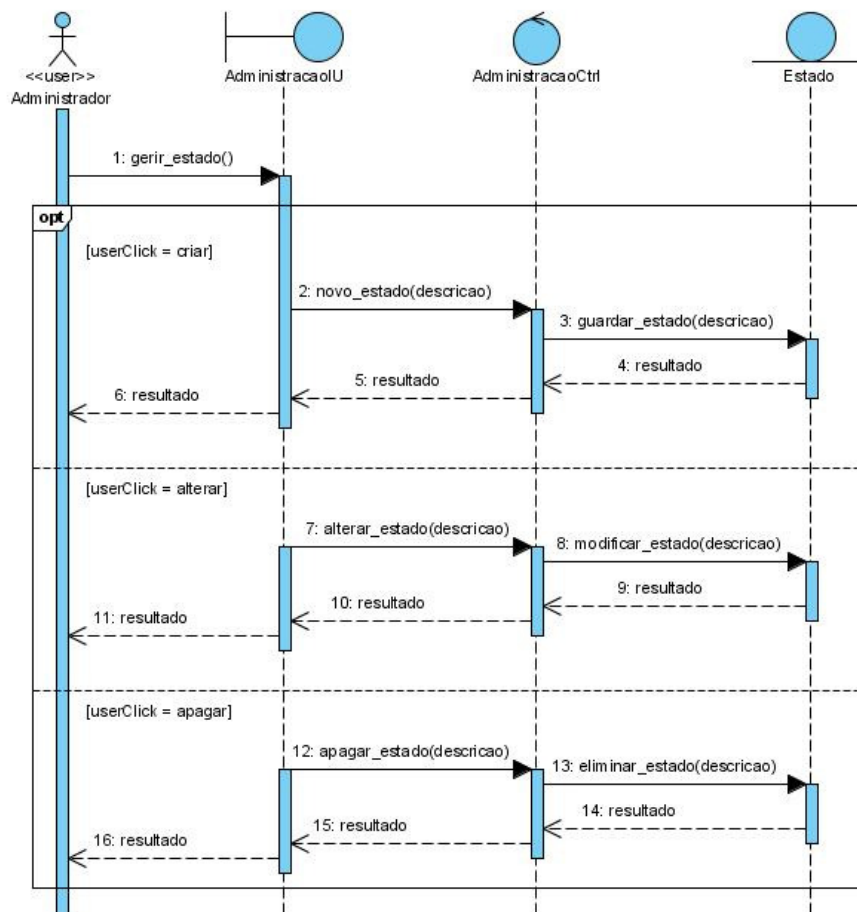


Figura 38 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Estado* disponibilizada ao actor Administrador

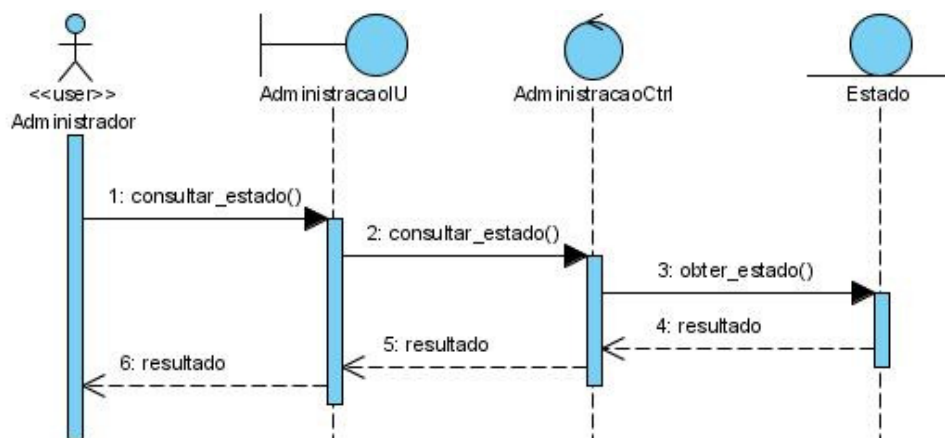


Figura 39 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Estado* disponibilizada ao actor Administrador

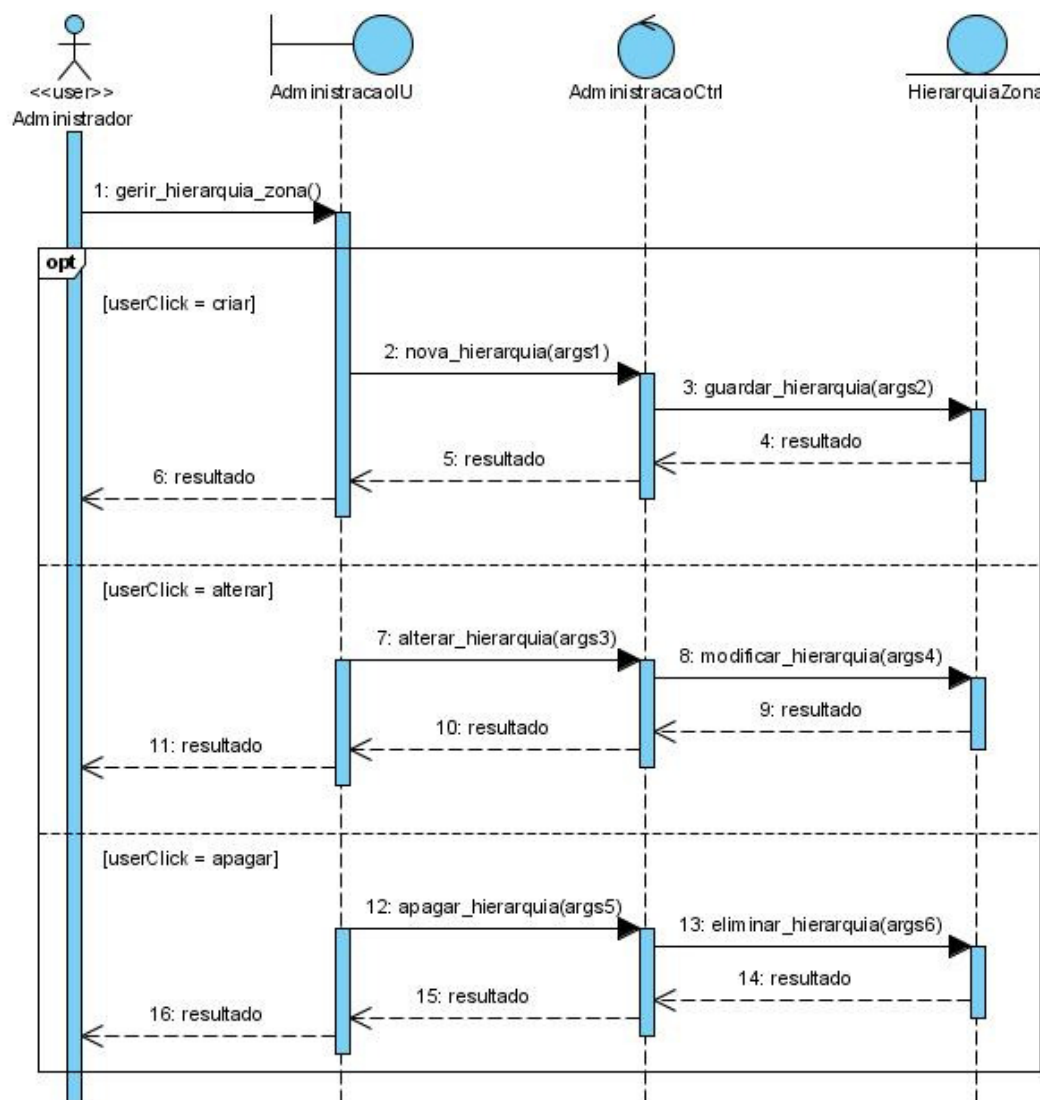


Figura 40 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Hierarquia Zona* disponibilizada ao actor Administrador

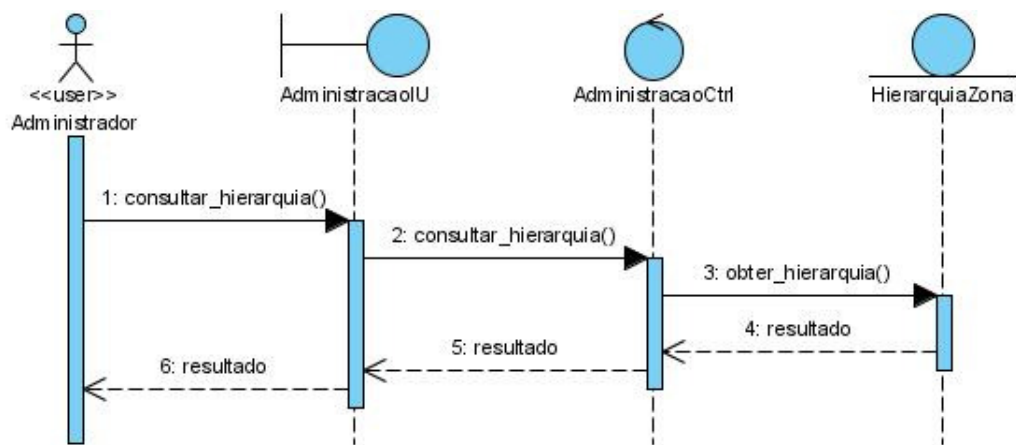


Figura 41 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Hierarquia Zona* disponibilizada ao actor Administrador

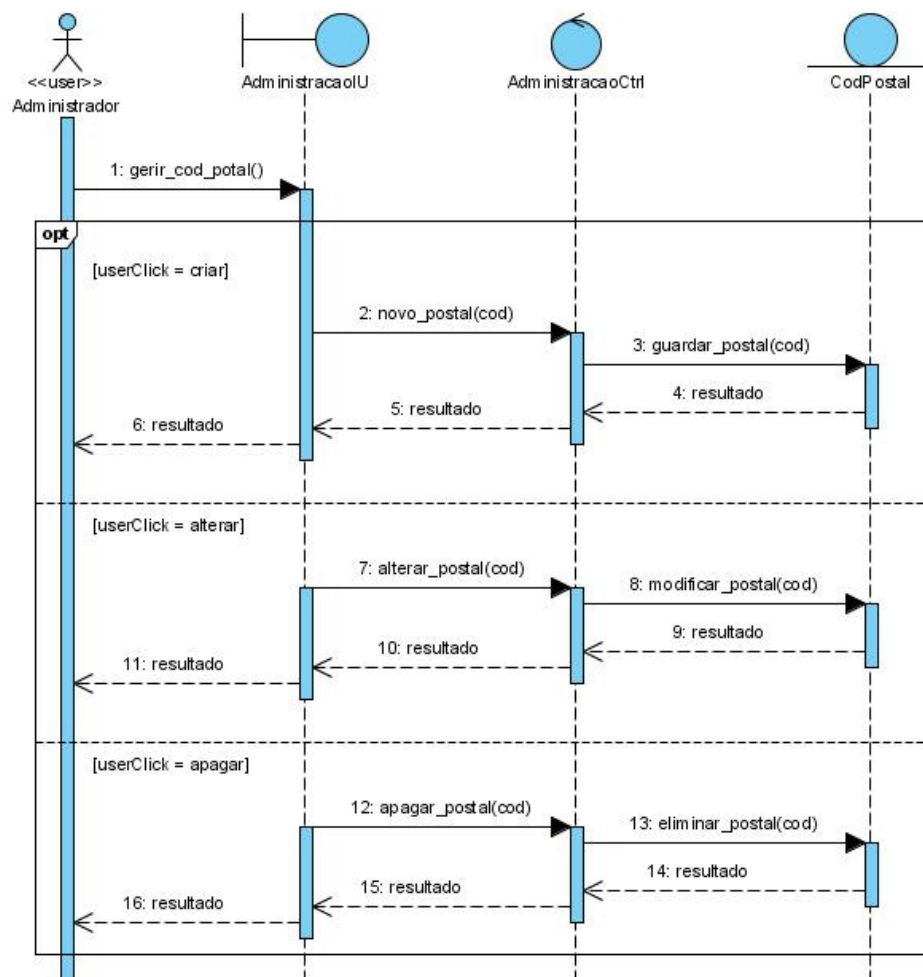


Figura 42 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Código Postal* disponibilizada ao actor Administrador

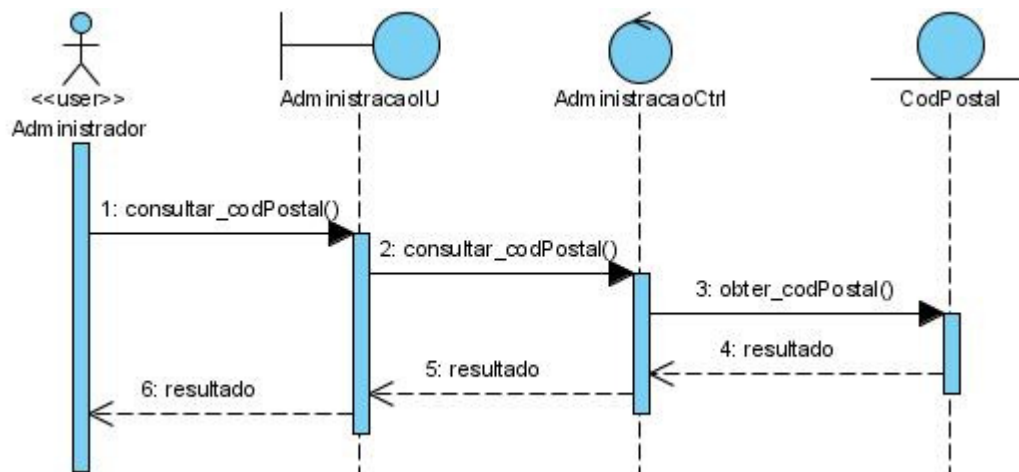


Figura 43 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Código Postal* disponibilizada ao actor Administrador

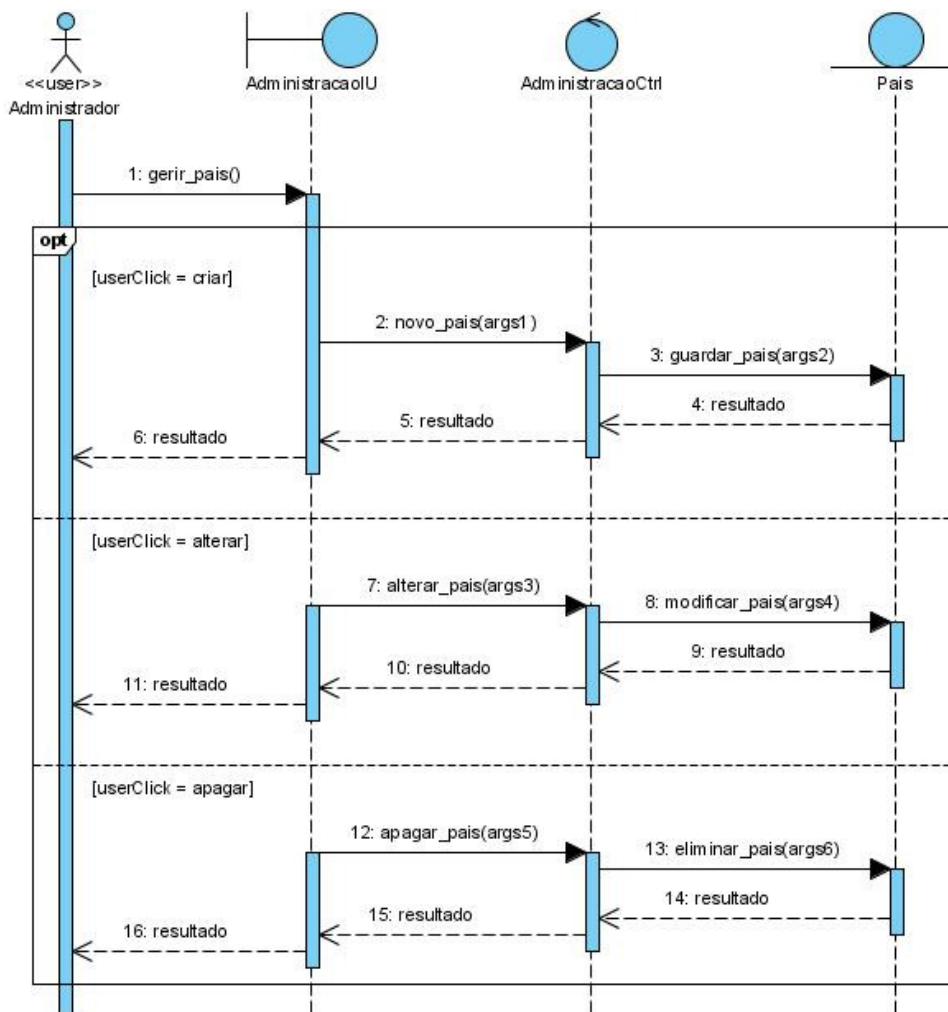


Figura 44 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Pais* disponibilizada ao actor Administrador

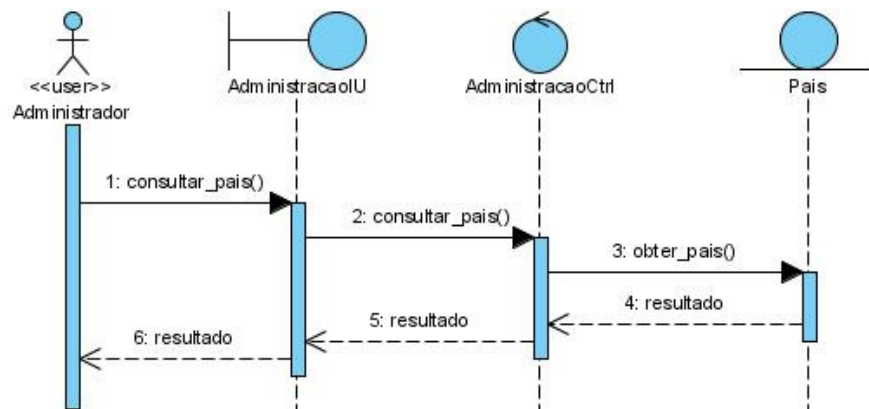


Figura 45 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Pais* disponibilizada ao actor Administrador

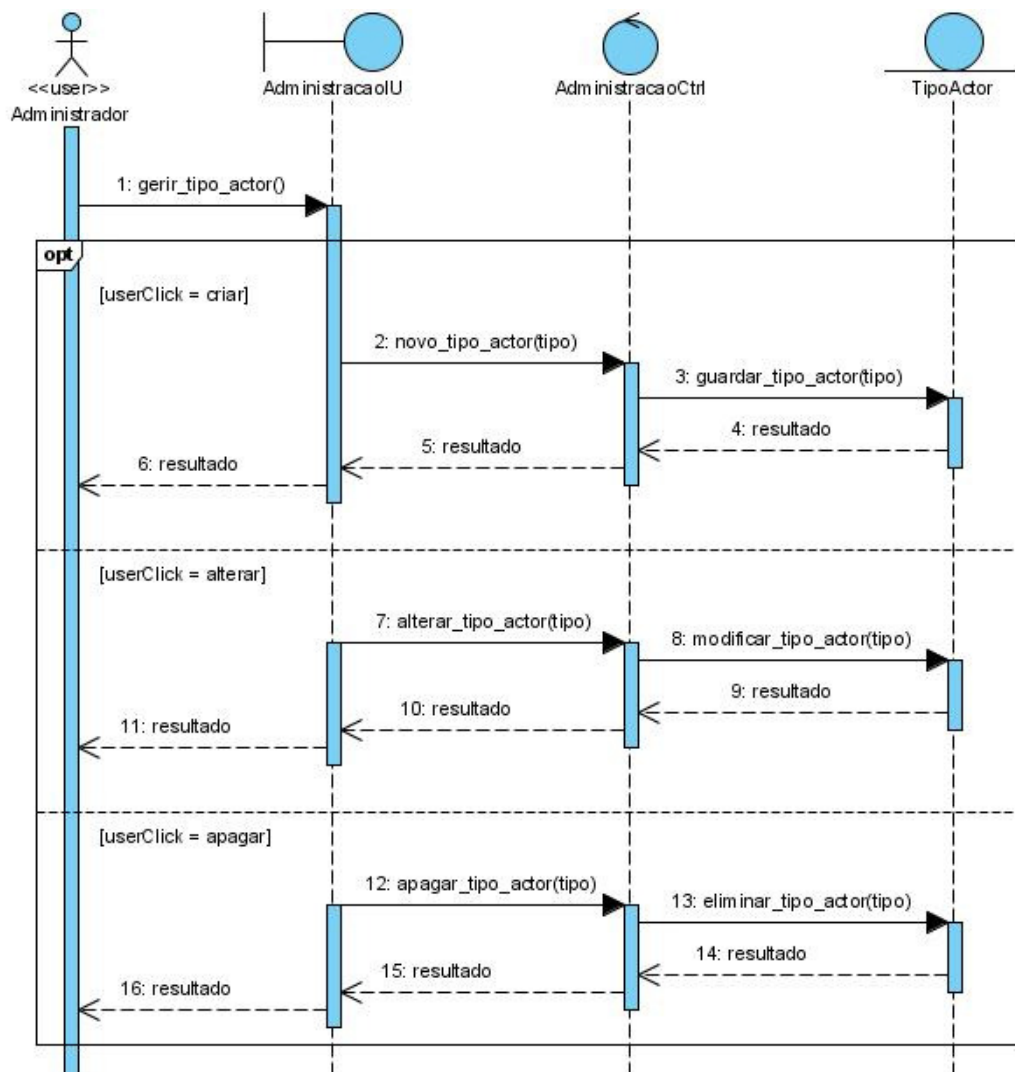


Figura 46 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Tipo Actor* disponibilizada ao actor Administrador

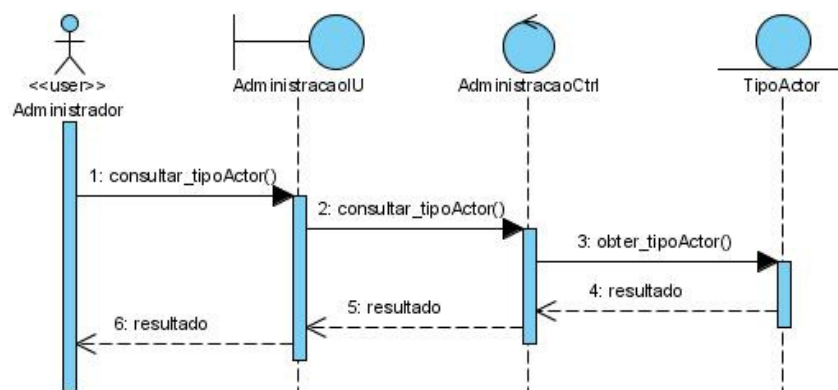


Figura 47 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Tipo Actor* disponibilizada ao actor Administrador

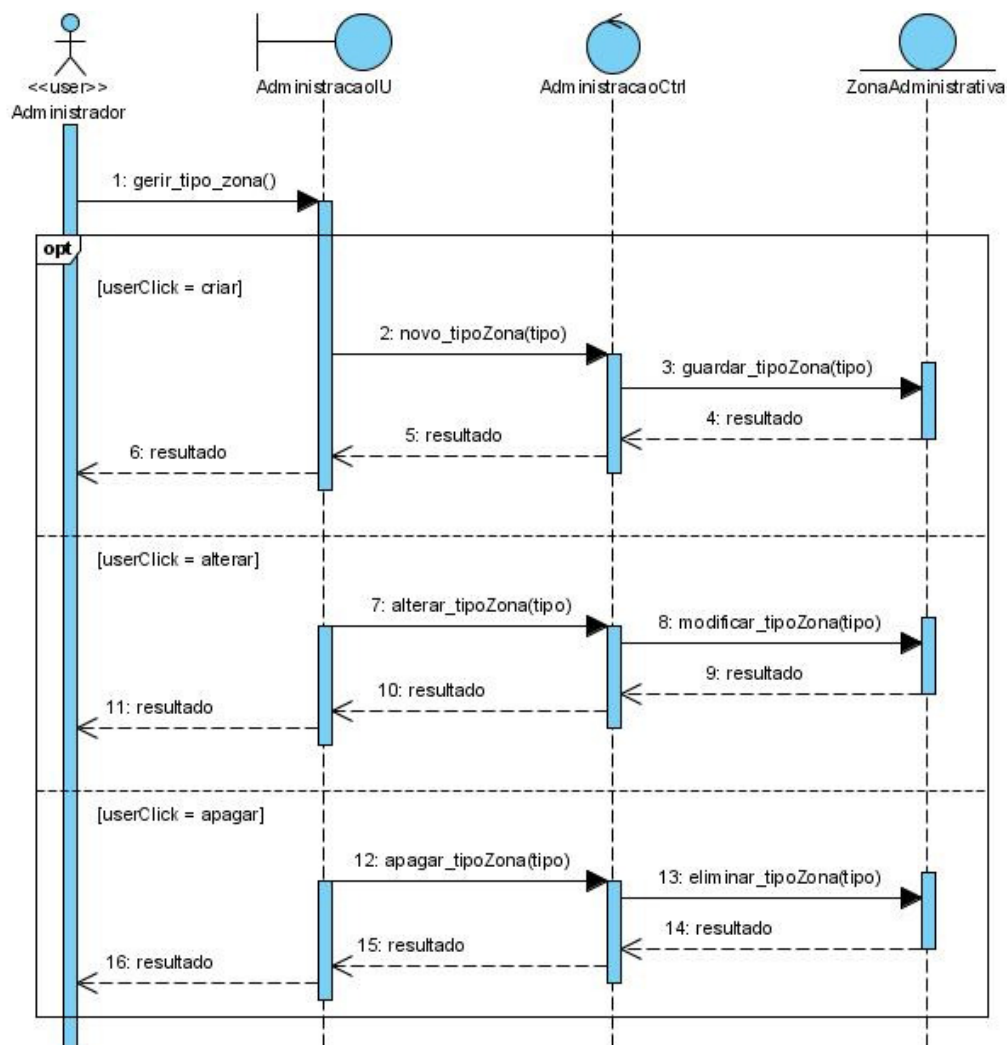


Figura 48 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Tipo Zona* disponibilizada ao actor Administrador

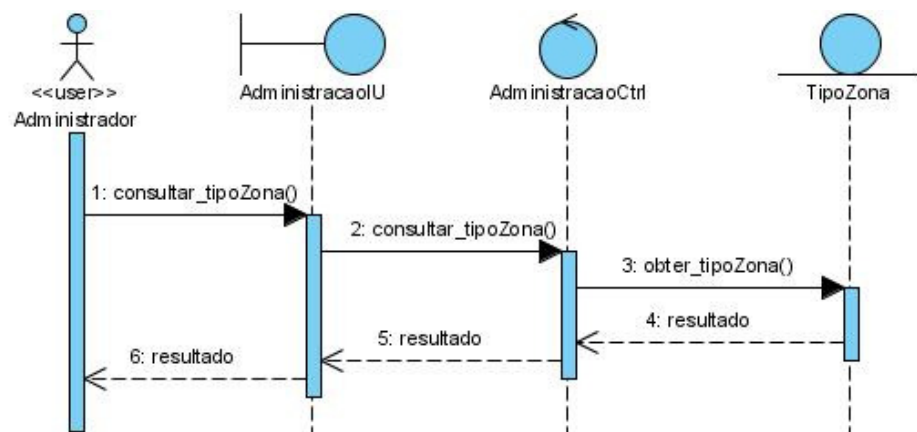


Figura 49 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Tipo Zona* disponibilizada ao actor Administrador

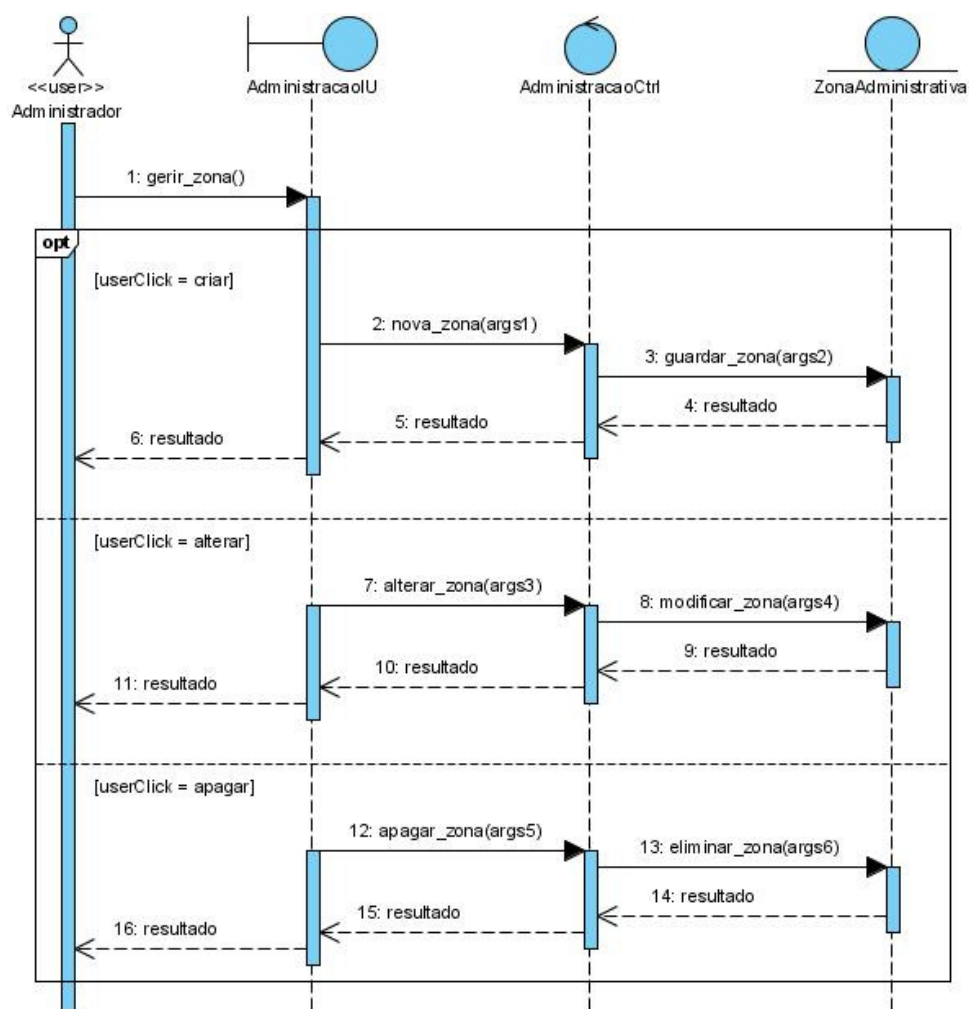


Figura 50 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Gerir Zona* disponibilizada ao actor Administrador

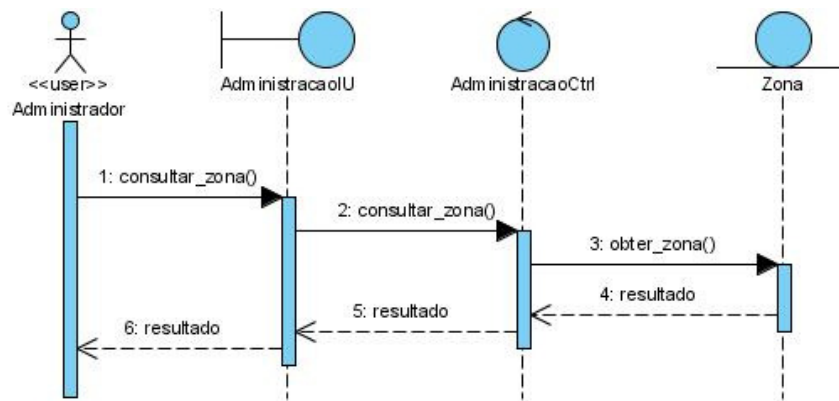


Figura 51 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Zona* disponibilizada ao actor Administrador

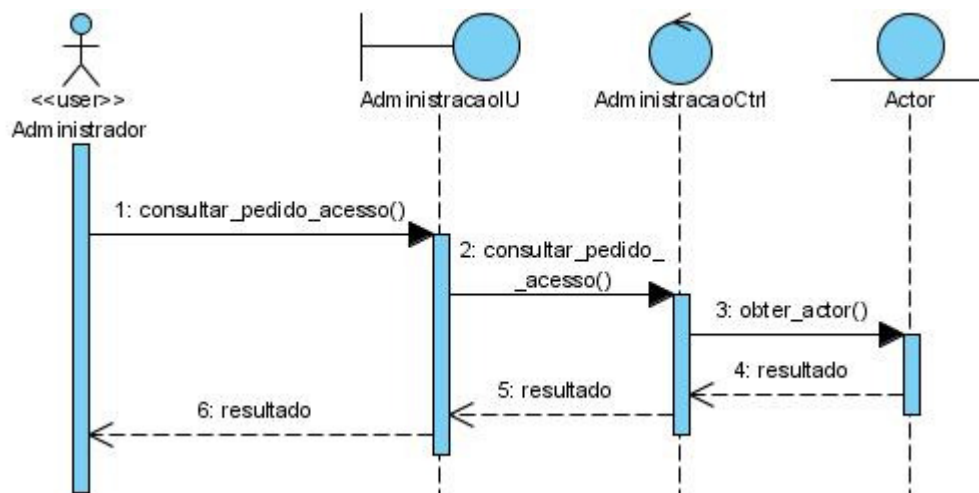


Figura 52 – Diagrama de Sequência da funcionalidade *Consultar Pedido Acesso* disponibilizada ao actor Administrador

Anexo D – Diagrama de Entidades Relacionamentos

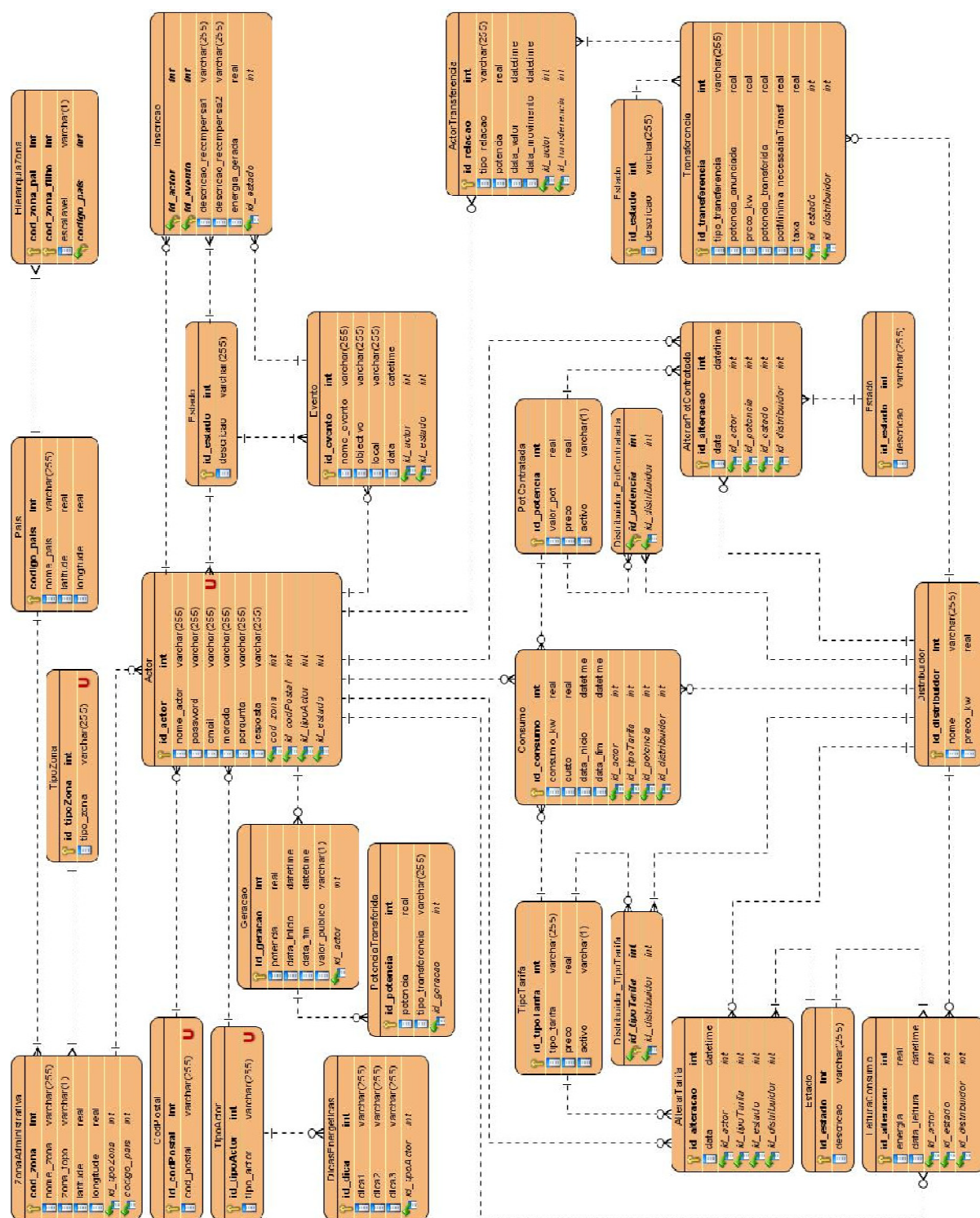


Figura 1 – Diagrama de Entidades Relacionamentos